ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JANVIER 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard** s'exprime comme il suit, en déposant sur le bureau la troisième édition du tome III de son *Traité d'Analyse :*

Cette édition diffère de la précédente par l'addition de quelques notes. Une d'elles complète, à propos du problème des trois corps, ce qui a été dit dans le volume sur les singularités des équations différentielles ordinaires. Deux autres se rapportent à la stabilité dans les problèmes de mécanique analytique. Les deux dernières sont relatives à l'intégration de certaines équations aux dérivées partielles avec des conditions aux limites particulières.

GÉOLOGIE. — *Le pays de nappes des Alpes françaises.* Note de M. **Pierre Termier**.

En rapprochant les récentes observations de mes jeunes collaborateurs, MM. L. Neltner, E. Raguin, H. Schoeller, M. et Mme J. Gubler, de celles que j'ai faites l'été dernier et des données plus anciennes dues à de nombreux géologues, je suis conduit à me représenter ainsi qu'il suit le *pays de nappes* des Alpes françaises. Cette représentation est analogue à celle que s'était formée et que nous a tracée en 1925 Émile Haug ([1]); elle corrige cependant sur quelques points, comme il les eût sans doute lui-même corrigées, les idées de mon regretté confrère et ami.

([1]) Ém. Haug, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, **25**, 1925, p. 97-243.

Le *pays de nappes* des Alpes françaises est constitué par l'accumulation de plusieurs grandes nappes, charriées de l'Est sur le *pays autochtone* et reposant sur lui. Le pays autochtone comprend les massifs cristallins du Mercantour, du Pelvoux, des Grandes-Rousses, de la Chaîne de Belledonne, des Aiguilles Rouges, du Mont Blanc, ruines de la chaîne hercynienne, et leur couverture sédimentaire plissée. On ne peut pas douter du caractère autochtone de ces massifs; ils ont, à la vérité, quand l'invasion des nappes d'origine lointaine les a submergés, donné eux-mêmes naissance à de courtes nappes, du type des nappes helvétiques; mais aujourd'hui, dégagés et profondément rabotés par l'érosion, ils ne sont plus qu'un *pays de racines*.

Le *pays de nappes* des Alpes françaises est l'un des plus authentiques *pays de nappes* que nous connaissions sur la planète, et l'un des mieux étudiés, des mieux et des plus anciennement décrits. Il est correctement interprété depuis 1892 dans sa partie qui embrasse les monts de l'Ubaye (Haug et Kilian), depuis 1899 dans sa partie qui comprend les environs de Briançon, depuis 1905 dans sa partie Vanoise, depuis 1913 dans sa partie Alpes maritimes (Jean Boussac), depuis 1920 enfin dans la longue bande qui s'étend, sous la frontière franco-italienne, de la Tarentaise à la haute Ubaye.

Ce paquet de grandes nappes accumulées comprend *trois* unités principales : la *nappe des Aiguilles d'Arves* (Jean Boussac) ou nappe de l'Embrunais (Émile Haug), la plus basse des trois; la *nappe du Briançonnais*, intermédiaire; la *nappe des Schistes Lustrés*, la plus haute. Ce que Boussac et Haug appelaient nappe du Mont Pourri ne se distingue pas de la nappe du Briançonnais et doit donc être définitivement rayé de la nomenclature. Par contre il faudra peut-être, après étude plus attentive, élever au rang d'unités, d'importance d'ailleurs secondaire, d'abord l'ensemble des gypses et cargneules qui sont passés sur la Vanoise, ensuite l'ensemble des Schistes Lustrés semi-métamorphiques, avec roches vertes et lames de gneiss, du Petit-Saint-Bernard, auquel j'incline à rapporter le lambeau de recouvrement du Mont-Jovet.

En Suisse et en Italie les trois nappes principales se prolongent ainsi : celle des Aiguilles d'Arves par les nappes I, II et III d'Émile Argand (nappes inférieures du Simplon et du Tessin); celle du Briançonnais par a nappe IV d'Argand ou nappe du Grand-Saint-Bernard; celle des Schistes Lustrés, très vraisemblablement, comme vient de le proposer

M. F. Hermann [1], par la nappe VI d'Argand ou nappe de la Dent-Blanche. La nappe V d'Argand (ou pli couché du Mont-Rose et de la Dora-Maira) ne pénètre pas en France, encapuchonnée qu'elle est dans un pli en retour de la nappe IV.

Partout caractérisée par la prédominance des terrains paléogènes, la nappe des Aiguilles d'Arves est le produit du resserrement intense et du déversement d'un large synclinal où le Nummulitique avait une énorme épaisseur. Jusqu'où va-t-elle, vers l'Est, en profondeur, sous la nappe du Briançonnais? nous l'ignorons. L'apparition au Plan de Phazy, près de Guillestre, d'un *granite du type Pelvoux* sous les terrains briançonnais me porte toutefois à croire que cette pénétration en profondeur ne dépasse pas ou dépasse peu la vallée de la Durance. D'autre part le fait que, près du bord oriental du Pelvoux, les terrains secondaires autochtones montrent un faciès qui ressemble déjà, par quelques traits, au faciès des terrains de même âge dans la nappe, ce fait, dis-je, est également contraire à l'hypothèse d'un charriage démesuré. Nulle part, *en France*, les terrains de la nappe des Aiguilles d'Arves ne sont envahis par le métamorphisme : celui-ci ne les atteint qu'en territoire suisse. Au sud de la Durance, dans la région de l'Ubaye, la nappe présente des replis multiples, analogues à ceux de l'unité briançonnaise. La séparation de celle-ci et de la nappe Aiguilles d'Arves devient alors difficile.

La nappe du Briançonnais contient une longue série stratigraphique, allant du Houiller au Flysch. Le substratum originel du Houiller (granite ou micaschistes) n'y est connu qu'en un très petit nombre de points (Hautecour, Villarly). Tous les terrains de cette série stratigraphique sont peu à peu, et d'ailleurs inégalement, envahis par le métamorphisme régional, à commencer par le Houiller et le Permien. Parce que le Permien est riche en coulées de laves et en tufs volcaniques, le métamorphisme y est plus complet, plus profond que dans le Houiller et aboutit à des types de très haute cristallinité (Vanoise); le Houiller, par métamorphisme, donne surtout des micaschistes quartzeux de type banal, où persistent souvent des traces charbonneuses. Malgré cela, la distinction du Permien et du Houiller, dans la région métamorphique, reste malaisée et leur séparation illusoire. Tout ce que l'on peut dire, c'est que le Permien domine dans la Vanoise; le Houiller dans le Mont Pourri, l'Aiguille du Midi, la vallée de l'Isère, la chaîne frontière. La limite du métamorphisme,

---

(1) F. Hermann, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1204.

dans le Permien et le Houiller, est indécise : il y a toujours une zone, large de quelques kilomètres, où les strates sont semi-métamorphiques, avec alternance d'assises très cristallines et d'autres où le caractère détritique est encore fortement accusé. Dans le Trias, le métamorphisme est inégal : souvent incomplet dans les quartzites et les calcaires où manquait l'alumine, il est à son apogée dans les *marbres phylliteux* qui, tout le long de la chaîne des Alpes, sont l'un des éléments essentiels et constants du Trias de la nappe briançonnaise, là où cette nappe est métamorphique. Dans les terrains plus jeunes que le Trias, la recristallisation est moins intense, parfois à peine sensible (je ne parle ici que pour le territoire français). Dans toute la nappe le métamorphisme croît vers l'Est et vers le Nord. A peu près nul à Briançon, il est déjà très marqué à Modane et ne cesse de grandir dans la Vanoise, la haute Maurienne, la haute Tarentaise; de même, nul ou presque nul dans la haute Ubaye et l'Ubaye moyenne, il augmente très vite à l'amont de Maurin et retrouve, au voisinage du col Longet, l'intensité qu'il a dans la Vanoise. Je le répète depuis vingt-cinq ans : il n'existe pas, contre *l'erreur du dynamo-métamorphisme*, d'argument plus fort que cette indépendance absolue, manifestée par les terrains briançonnais, entre la déformation dynamique (partout à son maximum dans la nappe) et le degré de la recristallisation.

La nappe du Briançonnais est très plissée. Sur son bord externe, elle montre tantôt une allure isoclinale, avec une série de plis inégalement serrés, déversés à l'Ouest, tantôt une structure en *écailles* ou en *lames*, extraordinairement laminées, horizontales dans l'ensemble, fortement ondulées dans le détail. Les plis isoclinaux du Galibier (Kilian) se prolongent par mes écailles 1, 2 et 3 des montagnes entre Briançon et Vallouise, et celles-ci par les grands plis, empilés et reployés, des montagnes de Guillestre (Kilian). Plus à l'Est s'étend une région d'apparence relativement tranquille où le Houiller s'étale largement et où les synclinaux qui l'accidentent sont presque droits; ces synclinaux s'ordonnent parfois en deux systèmes quasi orthogonaux. Plus à l'Est encore, les plis redeviennent isoclinaux, mais ils sont déversés à l'Est ou au Sud-Est (Vanoise); de sorte que, dans son ensemble, *la nappe est ployée en éventail*. Ce ploiement en éventail n'est qu'un ploiement de nappe, un ploiement postérieur à la mise en place de la nappe; il en est de même de la plupart des plis que je viens de décrire; ce sont des plis *secondaires*. Peut-être certaines *lames*, dans l'épaisseur de la nappe, sont-elles des replis *originels*, contemporains du grand charriage.

La nappe des Schistes Lustrés a une allure hautement transgressive : elle repose sur n'importe quel terme briançonnais, et, de toutes les surfaces de charriage que contient le *pays de nappes*, sa surface de base est la plus évidente, celle dont l'affleurement saute le plus aux yeux.

Composée surtout de calcschistes micacés très métamorphiques, cette troisième unité renferme aussi des *roches vertes*, presque toujours très laminées et fortement recristallisées. A ces *roches vertes* s'associent parfois des *radiolarites* (Gondran, Chaberton, Monte Cruzeau près Césane). MM. Hermann [1] et Raguin y ont aussi observé, sur le versant italien, de nombreuses lames de gneiss et de micaschistes (plusieurs déjà indiquées sur la carte géologique italienne) : observations qui ont conduit M. Hermann à penser que notre nappe des Schistes Lustrés n'est autre que la nappe de la Dent-Blanche. En tout cas, les multiples lambeaux de micaschistes, gneiss, *roches vertes* laminées, *mylonites* de micaschistes et de roches briançonnaises, qui traînent çà et là, au nombre d'une quarantaine, sur la nappe du Briançonnais et dont le plus vaste est la *quatrième écaille* des montagnes entre Briançon et Vallouise, ces multiples lambeaux sont, à n'en pas douter, des témoins de la nappe. Celle-ci a marché très loin vers l'Ouest, puisqu'on trouve à l'ouest de Grenoble, dans les conglomérats burdigaliens de la chaîne subalpine, de nombreux galets des *roches vertes* et des *radiolarites* du Mont-Genèvre et du Gondran.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la vaccination contre le charbon symptomatique.* Note de MM. **E. Leclainche** et **H. Vallée**.

Parmi d'autres, la méthode de vaccination contre le charbon symptomatique inaugurée par E. Roux (1888), mise au point expérimentalement et pratiquement par N. Nitta (1918), est universellement appliquée. On sait qu'elle met à profit les qualités immunisantes des sécrétions de *Bacterium* (ou *Clostridium*) *Chauvæi*.

Pour notre part, nous avons fait connaître, les premiers en France, en 1900 et 1923, diverses propriétés des sécrétions de *Cl. Chauvæi*, puis, en 1925, deux techniques nouvelles pour l'obtention de vaccins dépourvus de germes vivants. La présente Note a pour but de réunir ces notions et de

---

(1) F. Hermann, *loc. cit.* L'idée de rattacher la *quatrième écaille* à la nappe de la Dent-Blanche a déjà été exprimée en 1913 par Jean Boussac.

rassembler les résultats obtenus au cours de l'application des méthodes par nous étudiées.

Rappelons tout d'abord que c'est à la filtration sur bougies ou sur membranes, que faisaient appel, jusqu'à nos travaux, les divers auteurs et les firmes qui utilisent, au titre vaccinal, les toxines de l'agent du charbon symptomatique. Nous l'avons totalement abandonnée.

C'est que, dès 1900 [1], nous avons montré que la filtration dépossède les cultures de *Cl. Chauvæi* de la plus grande partie de leurs principes solubles actifs. Simplement centrifugées ou décantées, ces cultures se montrent toujours plus actives qne les produits similaires filtrés. La forte acidité des cultures de *Cl. Chauvæi*, que nous avons signalée tout à l'origine de nos travaux, ne fait qu'accentuer encore l'inconvénient qu'exerce la filtration sur leur teneur en substances actives. Ce sont là des particularités aujourd'hui considérées comme classiques dans l'histoire des diverses sécrétions microbiennes.

Aussi, depuis 1924, donnons-nous la préférence à la supercentrifugation comme moyen d'obtention des sécrétions microbiennes. L'appareil de Sharple fournit, à la vitesse d'environ 50000 tours, des liquides culturaux presque complètement dépourvus de microbes; il est très facile de les stériliser complètement, comme nous l'indiquerons plus loin, par l'addition de petites quantités de formaldéhyde. On obtient de la sorte, sans aucune rétention, les substances solubles des cultures microbiennes.

La valeur antigène de ces produits est largement améliorée si l'on prend soin — comme nous l'avons indiqué en 1923 et comme l'ont admis depuis d'autres expérimentateurs — de mélanger avant traitement, les unes aux autres, des cultures microbiennes de divers âges, répondant à des qualités distinctes de la toxine. L'emploi d'un grand nombre de races microbiennes, correspondant aux diverses régions infectées et choisies parmi les plus toxinigènes, constitue enfin, comme nous l'avons déjà précisé, un élément important pour l'obtention de parfaits résultats.

Nous inspirant de cet ensemble de constatations, nous avons montré en 1925 [2] que, par addition de 2 à 4 pour 1000 de formol à un mélange supercentrifugé de cultures de *Cl. Chauvæi* de différents âges, on obtient un

---

(1) Leclainche et Vallée, *Recherches expérimentales sur le Charbon symptomatique* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 14, 1900, p. 202).

(2) Leclainche et Vallée, *Sur la vaccination contre le charbon symptomatique* (*C. R. de la Société de Biologie*, 92, 1925, p. 1275; et *Revue générale de Médecine vétérinaire*, 34, 1925, p. 293).

antigène stérile « beaucoup plus actif que les filtrats similaires ». On obtient ainsi un vaccin amicrobien dont l'activité peut être encore accrue par concentration à la faveur de divers artifices.

Nous avons montré en même temps que les cultures totales de *Cl. Chauvæi*, dûment formolisées, confèrent aux cobayes et aux bovidés une immunité solide. L'antigène obtenu de la sorte mérite le nom de vaccin intégral. On renforce encore son activité par le mélange de cultures de divers âges et d'origines différentes, puis par concentration au supercentrifugeur.

Des vaccins de l'un et de l'autre type ont fait, par nos soins, à compter de mai 1924, l'objet de très nombreuses applications pratiques dans des régions gravement affectées de charbon symptomatique et notamment en des foyers où la virulence était telle qu'elle ne devait céder qu'à la mise en œuvre de vaccins uniquement préparés avec des souches microbiennes récoltées sur place (1).

De mai 1924 à décembre 1927, ont été vaccinés sans qu'un incident nous ait été signalé :

a. Avec les vaccins amicrobiens, 31 544 bovidés ;

b. Avec les vaccins intégraux, 14 960 bovidés.

L'innocuité de ces procédés est donc largement établie. Leur efficacité résulte de la statistique suivante, arrêtée au 31 décembre 1926, et limitée à des effectifs infectés entretenus en des régions hautement contaminées où des cas de charbon ont été constatés, durant le même temps, sur des animaux non vaccinés ou insuffisamment protégés.

	Animaux vaccinés.	Mortalité dans l'année.
Vaccins amicrobiens	5832	0
Vaccins intégraux	2681	0
Effectifs témoins	2 à 8 pour 100	

Supercentrifugation, concentration et formolisation des cultures représentent donc d'excellentes techniques pour l'obtention de vaccins symptomatiques irréprochables. La souplesse de ces moyens permet, dans tous les cas, d'obtenir des vaccins dont les valences microbiennes sont étroitement adaptées aux besoins locaux. Elle permet aussi de préparer rapidement des vaccins multivalents contre les différentes races de *Cl. Chauvæi* et les

(1) Ces dernières expériences ont été poursuivies dans l'Allier, avec le concours de M. Rondreux, de Bourbon-l'Archambault.

divers anaérobies responsables des gangrènes gazeuses des bovidés (*B. septicus*, *B. perfringens*, etc.).

La formolisation, en corrigeant la toxicité des vaccins, réduit à un risque pratiquement négligeable les inconvénients que représente, chez les porteurs de germes latents, la sensibilité aux *piqûres*, si bien mise en évidence par les expériences de Boquet et de Sanarelli.

Nous avons enfin constaté la parfaite stabilité des vaccins amicrobiens et des vaccins intégraux. Leur conservation est parfaitement assurée durant huit mois à l'abri de la lumière et nous avons pu contrôler, sur le cobaye, l'activité entière de produits dont la préparation remontait à un an.

On nous permettra de noter que, déjà, divers chercheurs ont confirmé nos constatations. Après Lopez y Lopez et Cordier [1], P. Karmann [2] conclut, de recherches entreprises à l'Office de Santé du Reich, à la « haute vertu immunisante » des vaccins formolés. Enfin, dans son important travail effectué à l'Institut de Recherches du Royal veterinary College de Londres, A. D. M'Ewen [3] tient « la supériorité des vaccins formolés sur les filtrats » pour « clairement démontrée ».

Nous n'avons donc rien à modifier à nos précédentes conclusions : l'ensemble des faits acquis démontre, jusqu'à l'évidence, la supériorité de la supercentrifugation et de la formolisation dans la préparation de vaccins antisymptomatiques dépourvus de tout germe vivant.

M. Charles Richet présente un fascicule nouveau de son *Dictionnaire de Physiologie* (fin du Tome X), Paris, Alcan, 1928, grand in-8°.

Ce fascicule (double) contient les articles : *Mastication*, par Bremer; *Menstruation*, par Wallich; *Mercure*, par Tiffeneau; *Métaux*, par Cardot, et *Moelle épinière*, par Guillain et Laroche, article important, de plus de 200 pages, qui constitue une monographie très complète sur la physiologie de la moelle épinière.

S'il fallait continuer ce Dictionnaire de Physiologie avec tous les développements que nous lui avons donnés dans les dix volumes qui ont paru, la publication prendrait environ 10 années au moins, et comprendrait huit

---

(1) G. Cordier, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 95, 1926, p. 848.

(2) P. Karmann, *Zeitschrift für Infektionskrankheiten der Haustiere*, 31, 1927, p. 226.

(3) A. D. M'Ewen, *Journal of comparative Pathology and Therapeutics*, 39, 1926, p. 253.

volumes. Pour qu'elle ne soit pas ainsi retardée, j'ai pris le parti de condenser en un seul volume les articles qui suivront, de sorte qu'en 1930 la publication de ce complet Dictionnaire de Physiologie sera terminée.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de deux candidats à la Chaire de *Chimie appliquée aux corps organiques* vacante au Muséum national d'Histoire naturelle, pour la première ligne, M. *Richard Fosse* est désigné par l'unanimité des 48 suffrages.

Pour la seconde ligne, M. *Victor Hasenfratz* est désigné par 29 suffrages, contre 16 à M. *Émile André*.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts comprendra :

En première ligne............. M. **Richard Fosse**.
En seconde ligne............. M. **Victor Hasenfratz**.

PLIS CACHETÉS.

MÉDECINE. — *Sur le traitement de l'angine de poitrine par la radiothérapie.* [Extrait littéral d'une Note (¹) de MM. **Nemours-Auguste** et **A.-R. Barrieu**.]

... Il est à présent classique de considérer la crise d'angine de poitrine comme la souffrance du plexus cardio-aortique. Cette souffrance est transmise aux centres nerveux par les filets sympathiques qui aboutissent à la chaîne sympathique cervicale et de là vont à la moelle et à l'encéphale : à la moelle par les *ramis-communicantes* et les racines postérieures, à l'encéphale par le nerf vertébral et les anastomoses du sympathique cervical et

---

(¹) Note retirée le 9 janvier 1928 du pli cacheté déposé par les auteurs le 20 juin 1927, et enregistré sous le n° 9829

des nerfs craniens. En nous basant sur ces données nous avons pensé que le syndrome douleur de la crise d'angor pouvait être mis sur le même plan que les autres syndromes douloureux et nous lui avons appliqué le même traitement, c'est-à-dire la radiothérapie.

Siège. — Dans un premier temps, nous avons dirigé les rayons sur toute la colonne cervicale, espérant atteindre les racines postérieures et les rameaux communicants. Le malade est alors dans le décubitus abdominal. Dans un deuxième temps, le malade étant en décubitus dorsal, nous avons centré l'ampoule sur le troisième espace intercostal au voisinage du sternum pour agir sur l'ensemble du plexus cardio-aortique.

Avantages de cette méthode. — Ni les poumons, ni le cœur, ni les centres nerveux ne sont sensibles aux rayons X, aux doses nécessaires pour le traitement que nous proposons.

Dans toute la région irradiée il n'y a qu'un organe à ménager, c'est le corps thyroïde. Or dans l'application postérieure, il est relativement éloigné alors que les racines à irradier sont superficielles et dans le décubitus dorsal il est facile de protéger la région thyroïdienne par une lame de plomb.

Aucun incident n'est donc à redouter et nous n'en avons observé aucun. En outre la rapidité de cette méthode doit faire interdire toute intervention sanglante. Elle peut être appliquée même chez les angineux en état d'insuffisance cardiaque....

(Suit une observation clinique détaillée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Pierre Jabouille** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Bertrand Gambier. *Déformation des surfaces étudiées du point de vue infinitésimal* (Fascicule XXVI du *Mémorial des Sciences mathématiques*).

2° *El Observatorio del Ebro. Idea general sobre el mismo*, por el subdirector P. Ignacio Puig.

CALCUL MÉCANIQUE. — *Arithmomètre à multiplication directe purement électrique.* Note de M. G. **Nicoladzé**, présentée par M. d'Ocagne.

La plupart des machines arithmétiques récentes ne sont que des machines à additions ou soustractions répétées. Toutes ces machines, en y comptant quelques types existants de machines à multiplication directe, sont relativement très compliquées, contiennent des parties qui s'usent et sont d'un prix très élevé. La machine que je projette de construire est entièrement automatique : on obtient le résultat de l'opération immédiatement après avoir enregistré deux chiffres par une simple pression de boutons. En outre, la machine ne contient pas de moteur, de roues dentées, ni d'autres parties mécaniques plus ou moins compliquées et coûteuses. Elle fonctionne au moyen d'un groupe d'électro-aimants agissant sur un système de commutateurs qui déterminent les interruptions et circuits nécessaires.

La machine se divise en deux parties. La première est destinée à l'addition et à la soustraction. L'enregistreur présente un nombre voulu de colonnes. Dans chacune d'elles sont placés 10 boutons numérotés de 0 à 9. La première pression d'un bouton d'une colonne enregistre le chiffre correspondant sur l'indicateur. En même temps, un groupe d'électro-aimants produit une transformation des contacts telle que la seconde pression du bouton enregistre sur l'indicateur le résultat de l'addition (ou de la soustraction) du chiffre correspondant à cette dernière pression au chiffre de l'enregistrement précédent.

La seconde partie destinée à la multiplication et à la division est encore plus simple. J'ai utilisé ici l'idée des réglettes de l'ingénieur français Genaille (¹). Après avoir enregistré sur un cylindre le multiplicande, il suffit d'enregistrer le multiplicateur par simple pression successive de boutons correspondant aux chiffres du multiplicateur sur la même colonne à 10 boutons. Le produit apparaît immédiatement sur l'indicateur. L'opération se fait de façon analogue pour la division.

Observations de M. **d'Ocagne** *sur la Communication précédente.*

L'emploi de l'électricité pour provoquer le jeu d'une machine à calculer a déjà été utilisé, notamment par notre savant confrère Torres Quevedo

(¹) Maurice d'Ocagne, *Le Calcul simplifié*, 3ᵉ édition, p. 10 (Gauthier-Villars et Cⁱᵉ, Paris, 1928).

dans son arithmomètre électromécanique (1); mais la solution imaginée par M. Nicoladzé est toute différente. De plus, ce qui nous semble surtout digne de remarque dans cette nouvelle solution, c'est la forme d'un pur dispositif électrique, très ingénieusement donnée ici au principe utilisé sous forme graphique par Genaille dans ses réglettes multiplicatrices.

MÉCANIQUE. — *Sur le nombre de tours spécifique des turbines à vapeur.* Note (2) de M. **Charles Colombi**, présentée par M. A. Rateau.

La notion de nombre de tours spécifique, très largement utilisée dans l'étude des turbines hydrauliques, peut être mise en évidence également pour les turbines à vapeur élémentaires.

Soient P la puissance en chevaux aux aubes d'une turbine élémentaire de type quelconque, η_n son rendement, E l'énergie disponible (cal.). Le débit en kg : sec. est $G = P : 5,7\eta_n E$.

Désignons par v le volume spécifique (m³ : kg) de la vapeur à la sortie des aubes motrices de la turbine, aubes de diamètre moyen D (mètres) et de hauteur h (mètres), avec $h = mD$. Le volume total débité (m³ : sec.) est

$$V = Gv = (Pv) : (5,7\eta_n E) = \pi m\gamma D^2 C_a.$$

Le dernier terme de ces égalités provient de l'application de l'équation de continuité à la section mentionnée, avec $\gamma =$ pourcentage d'injection (partie de πD occupée par les aubages distributeurs) et $C_a =$ vitesse axiale d'écoulement dans ladite section (m : sec.).

Avec $u =$ vitesse circonférentielle au diamètre D (m : sec.), $n =$ nombre de tours par minute et $C_1 =$ vitesse absolue de la vapeur à la sortie du distributeur (m : sec.), on a, en égalant les deux dernières valeurs notées du volume débité :

$$P = 6535(\gamma m)\eta_n \frac{1}{v}\left(\frac{1}{n^2}\right)\left(\frac{u}{C_1}\right)^2 C_1^2 C_a E.$$

Toutes les vitesses d'écoulement étant considérées comme des fonctions de l'énergie E, on peut écrire aussi

$$C_1^2 C_a = \Psi E\sqrt{E}; \qquad P = 5635(\gamma m)\eta_n \frac{1}{v}\left(\frac{u}{C_1}\right)^2 \Psi \frac{\sqrt{E^5}}{n^2}.$$

(1) *Loc. cit.*, p. 81.

(2) Séance du 27 décembre 1927.

En définissant le nombre de tours spécifique par

$$(1) \qquad n_s^2 = 6535(\gamma m)\,\eta_u\left(\frac{u}{C_1}\right)^2 \Psi,$$

on obtient de la valeur de P notée

$$(2) \qquad n_s = \sqrt{\varphi}\,\frac{n}{E}\sqrt{\frac{P}{\sqrt{E}}}.$$

Cette expression du nombre de tours spécifique est valable pour tous les types de turbines à vapeur élémentaires. Elle est, au terme $\sqrt{\varphi}$ près, la même que celle en usage pour les turbines hydrauliques, où E est remplacé par la chute disponible H (mètres).

Ces relations s'appliquent à chaque cas de turbine élémentaire déterminé par son diagramme de vitesses. Exemples :

Turbine élémentaire à action. — En utilisant les notations relatives aux turbines à action que nous employons couramment [1], on a

$$\Psi = \sqrt{\left(\frac{2g}{A}\right)^3}\,\varphi^2\psi\sin\alpha_1\,;$$

d'où, en tenant compte de la valeur connue du rendement,

$$(1a) \qquad n_s^2 = 2 \times 6535\sqrt{\left(\frac{2g}{A}\right)^3}(\gamma m)\varphi^3\psi(1+\psi)\left(\frac{u}{C_1}\right)^3\left(\cos\alpha_1 - \frac{u}{C_1}\right)\sin\alpha_1.$$

Turbine élémentaire type Parsons. — En utilisant les notations y relatives que nous employons couramment [2], on a

$$\Psi = \sqrt{\left(\frac{2g}{A}\right)^3}\,\frac{\sin\alpha_1}{\sqrt{\left(1 + 2G + 2\frac{u}{C_1}\cos\alpha_1 - \frac{u^2}{C_1^2}\right)^3}};$$

d'où, en tenant compte de la valeur connue du rendement,

$$(1b) \qquad n_s^2 = 6535\sqrt{\left(\frac{2g}{A}\right)^3}(\gamma m)\left(\frac{u}{C_1}\right)^2\frac{2\frac{u}{C_1}\cos\alpha_1 - \frac{u^2}{C_1^2}}{\frac{1}{2}\sqrt{\left(1 + 2G + 2\frac{u}{C_1}\cos\alpha_1 - \frac{u^2}{C_1^2}\right)^3}}\sin\alpha_1.$$

---

(1) *La Technique moderne*, **19**, IV, 15 février 1927, p. 99, fig. 1 et explications y relatives.

(2) *La Technique moderne*, **11**, I, 1er janvier 1919, p. 2, fig. 2 et explications y relatives.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les fluides à stratification cylindrique en rotation autour d'un axe.* Note [1] de M. **Emile Merlin**, présentée par M. G. Kœnigs.

Supposons que les surfaces d'égale densité soient des cylindres parallèles à l'axe de rotation Oz et que chaque particule du fluide, parfait par hypothèse, décrive une circonférence d'axe Oz, sous l'empire de forces qui, rapportées à l'unité de masse, dérivent d'un potentiel. Reprenant les notations de notre Communication précédente [2], nous trouvons que les conditions nécessaires et suffisantes sont :

$$\rho = \frac{\partial F_1(r, \theta, t)}{\partial \theta}, \qquad -\rho\omega = \frac{\partial F(z, r, t)}{\partial t} + \frac{\partial F_1(r, \theta, t)}{\partial t},$$

$$r\frac{\partial \rho}{\partial r}\frac{\partial}{\partial z}\left(\omega\frac{\partial \omega}{\partial \theta} + \frac{\partial \omega}{\partial t}\right) + \frac{\partial \rho}{\partial \theta}\frac{\partial \omega^2}{\partial z} = 0.$$

Une solution évidente s'obtient en admettant que les particules situées sur une parallèle à Oz ont même vitesse. On peut choisir arbitrairement la distribution des densités dans une section droite du fluide et la faire varier arbitrairement avec le temps. Le potentiel est indépendant de z.

Écartons cette hypothèse et admettons tout d'abord que les surfaces S d'égale densité soient de révolution autour de Oz. On trouve, $R(r, t)$, $R_1(r, t)$ et $\lambda(z, r)$ étant des fonctions arbitraires,

$$\rho = R, \qquad \omega = R_1 - \theta\frac{\partial \log R}{\partial t} + R\lambda.$$

Admettons, en second lieu, que les surfaces S ne soient pas de révolution, mais que dans tout plan méridien, ρ varie proportionnellement à r. On a, $R(r, t)$, $\lambda(z, r)$, $\theta_1(\theta)$, $t_1(t)$ désignant des fonctions arbitraires, θ_1 n'étant pas linéaire en θ,

$$\rho = r\theta'_1 t_1, \qquad \omega = \frac{R}{\theta'_1} + \frac{t_1}{\theta'_1}\lambda - \frac{\theta_1 t'_1}{\theta'_1 t_1}.$$

Dans ces deux premiers cas, donnons-nous les fonctions de θ, de t, de r et de t, par suite la distribution des densités. Parmi l'infinité des mouvements correspondants, choisissons-en trois quelconques. Soient M_1, M_2, M_3

---

[1] Séance du 9 janvier 1928.

[2] *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1579.

trois points de mêmes coordonnées polaires r, θ. Les vitesses des particules occupant, à l'instant t, les positions M_1, M_2, M_3 et appartenant respectivement à chacun des trois mouvements, sont telles que le rapport anharmonique des plans méridiens passant par leurs extrémités et du plan méridien qui leur est parallèle est indépendant du temps et de la position du plan méridien des points M_1, M_2, M_3.

Si l'on rejette les circonstances qui précèdent, F_1 doit satisfaire aux conditions

$$2R\frac{\partial F_1}{\partial t} - R_3 e^{-RF_1} = R_1,$$

$$\frac{\partial^2 F_1}{\partial \theta^2}\left(\frac{\partial F_1}{\partial \theta} - r\frac{\partial^2 F_1}{\partial r\,\partial \theta}\right) = rR\left(\frac{\partial F_1}{\partial \theta}\right)^2 \frac{\partial^2 F_1}{\partial r\,\partial \theta};$$

dans lesquelles R, R_1 et R_3 sont des fonctions de r et de t ($R \neq 0$); tandis que $Z = \frac{\partial F}{\partial t}$ est solution de l'équation de Riccati

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = RZ^2 + R_1 Z + R_2,$$

R_2 désignant une fonction arbitraire de r et de t.

Si l'on connaît une distribution des densités et des vitesses répondant à la question, il sera possible de déterminer par des quadratures une infinité de mouvements de l'espèce considérée, dépendant d'une fonction arbitraire de r et de z et présentant la même distribution des densités. Choisissons-en quatre et soient M_1, M_2, M_3, M_4 quatre points de mêmes coordonnées polaires r et θ. Les vitesses, à l'instant t, des particules occupant les positions M_1, M_2, M_3, M_4 et appartenant respectivement à chacun des quatre mouvements sont telles que le rapport anharmonique des plans méridiens passant par leurs extrémités est indépendant du temps et de la position du plan méridien des quatre points.

Pour terminer supposons que R se réduise à une fonction $\mathcal{R}$ de r.

Si, en chaque point, ρ est indépendante du temps

$$\rho = \frac{\frac{\partial \Psi}{\partial \theta}}{\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}\Psi}, \qquad \omega = -\frac{2\mathcal{R}Z + \mathcal{R}_1}{2\mathcal{R}\rho};$$

$\mathcal{R}(r)$, $\mathcal{R}_1(r)$; $R_1(r, t)$, $R_2(r, t)$ étant des fonctions arbitraires, $Z(z, r, t)$ étant solution de l'équation de Riccati et $\Psi(r, \theta)$ solution de l'équation

$$\frac{\partial}{\partial \theta}\log\frac{\partial \Psi}{\partial \theta}\,\frac{\partial}{\partial r}\left[r(\mathcal{R}_1 + \mathcal{R}\Psi)\left(\frac{\partial \Psi}{\partial \theta}\right)^{-1}\right] = \mathcal{R}.$$

Enfin si, en chaque point, ρ varie avec le temps,

$$\rho = \frac{r\theta'_1}{t_1 + \mathrm{C}r^m\theta_1 + \mathrm{CC}_1\mathcal{R}_2}, \qquad \mathcal{R}'_2 = r^{m-1};$$

$$\omega = -\frac{t'_1}{\mathrm{C}r^m\theta'_1} - \frac{2\mathrm{C}r^{m-1}\mathrm{Z} + \mathrm{R}_1}{2\mathrm{C}r^{m-1}\rho};$$

$$\theta_1'^2 = (m\theta_1 + \mathrm{C}_1)\theta''_1, \qquad \frac{\partial \mathrm{Z}}{\partial t} = \mathrm{C}r^{m-1}\mathrm{Z}^2 + \mathrm{R}_1\mathrm{Z} + \mathrm{R}_2,$$

où C, C_1 et m sont des constantes arbitraires ($\mathrm{C} \neq 0$), $t_1(t)$, $\mathrm{R}_1(r, t)$ et $\mathrm{R}_2(r, t)$ des fonctions arbitraires ; $\theta_1(\theta)$ non linéaire en θ ; Z une fonction de z, de r et de t.

Les surfaces d'égale densité sont des cylindres homothétiques, le centre d'homothétie étant sur l'axe.

NAVIGATION. — *Sur un nouvel appareil antiroulis gyroscopique.* Note de M. **Jean Fieux**, présentée par M. L. Lecornu.

La réaction utile exercée sur la coque par un appareil antiroulis gyroscopique dépend à chaque instant de la vitesse et de la position angulaire de l'équipage participant aux précessions. Il est nécessaire de soumettre cet équipage à un système de liaisons capable d'assurer le développement des précessions dans la plus large mesure possible, et de produire un certain effet de rappel de l'équipage mobile vers la position pour laquelle l'axe de la masse rotorique est perpendiculaire à l'axe du roulis. C'est de ce système de liaisons que dépend surtout la valeur pratique d'un appareil antiroulis.

Dans le stabilisateur Sperry, les mouvements du gyroscope par rapport à la coque sont imposés par un mécanisme auxiliaire à vitesse pratiquement constante, d'après les indications d'un élément-pilote sensible aux changements de sens du roulis.

D'autres solutions ont été proposées pour assurer une variation rationnelle de la vitesse de précession, de façon à donner à la réaction gyroscopique utile l'allure sinusoïdale de la poussée de la houle sur la coque. Mais leur réalisation a toujours paru difficile.

Dans l'appareil antiroulis qui fait l'objet de la présente Note, l'auteur s'est proposé d'obtenir, uniquement par le jeu de résistances passives, à l'exclusion de toute action de ressort, de contrepoids ou d'élément pilote : 1° l'effet de rappel de l'équipage mobile vers sa position moyenne ; 2° l'allure pseudo-

sinusoïdale du couple de stabilisation ou d'amortissement; 3° la limitation convenable de l'amplitude des précessions; 4° la suppression presque totale du déphasage entre l'action perturbatrice de la houle et la réaction de l'élément gyroscopique, c'est-à-dire les quatre conditions essentielles d'un fonctionnement correct assurant le maximum d'efficacité.

Cet appareil comprend deux gyroscopes à précessions contraires jumelés par l'intermédiaire de secteurs dentés, formant un système pratiquement insensible aux effets de tangage et de giration. Les axes de précession se trouvent dans un plan perpendiculaire à la flottaison et parallèle au longitudinal du navire, et sont solidaires à leur partie inférieure d'une pièce A (voir *fig.* 1) comportant deux palettes B et C. Ces palettes peuvent balayer

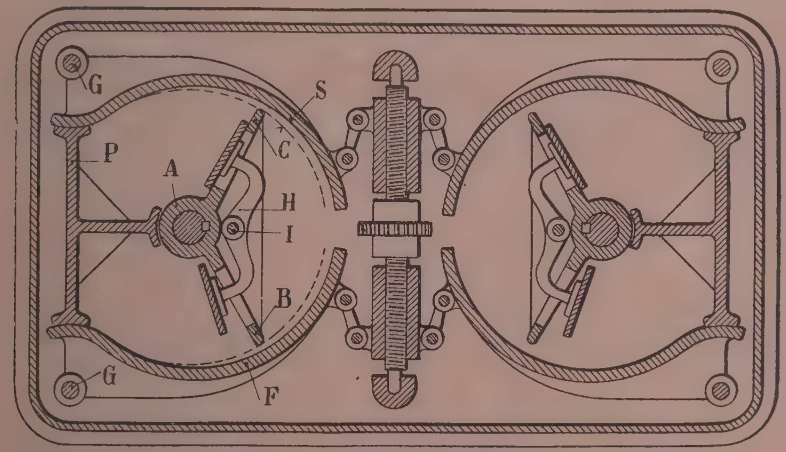


Fig. 1. — Coupe des freins.

une chambre délimitée par les fonds D et E du socle de l'appareil, par la paroi fixe P et par les mâchoires F. Le socle formant cuve contient du liquide. Le tracé des mâchoires F est tel que la section S du passage du liquide diminue progressivement pour une palette, quand elle augmente pour l'autre et *vice versa*. Les mâchoires F sont, d'autre part, articulées autour des axes G; on peut donc faire varier à volonté la valeur moyenne de la section de passage. Enfin, les palettes B et C sont percées d'un orifice que peuvent obturer ou démasquer, en bout de course, deux clapets portés par un balancier H. A chaque changement de sens du mouvement de précession, l'un des clapets s'applique sur son siège, l'autre clapet démasquant son orifice pour faciliter le mouvement de retour du liquide.

L'amplitude totale du mouvement de précession reste en principe de 120°.

Il est donc nécessaire que la résistance moyenne des freins hydrauliques varie avec l'état de la mer. Ce résultat est obtenu par la variation de l'écartement des mâchoires.

De récents essais ont mis en évidence la correction du fonctionnement de l'appareil sur différentes houles. On a installé sur un bâtiment de 880 tonnes un appareil d'essai pesant 15 tonnes (liquide et accessoires compris) comportant deux masses rotoriques de $1^m,20$ de diamètre entretenues à la vitesse de 2150 tours par minute. Les courbes de roulis de la figure 2 donnent

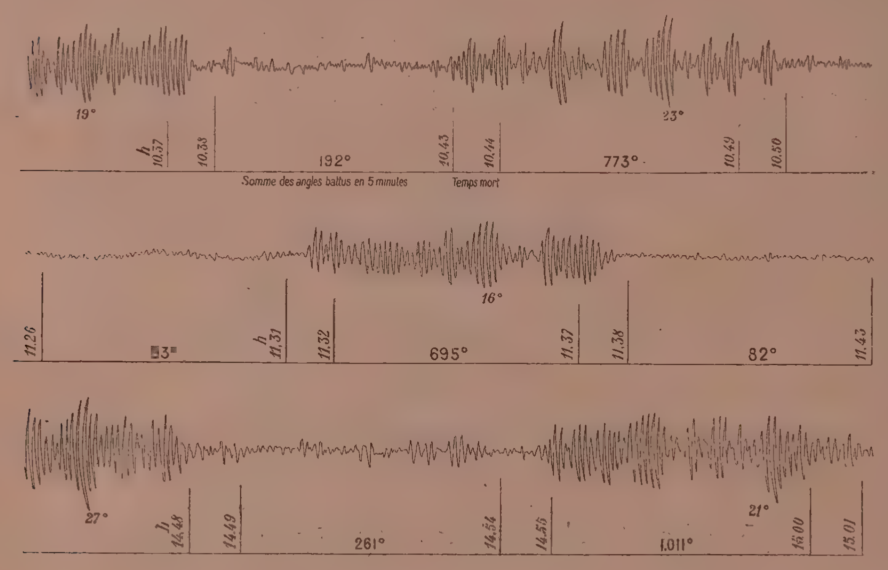


Fig. 2. — Courbes relevées en roulis libre et en roulis amortis.

une idée de l'efficacité obtenue sur houle moyenne, par la comparaison de périodes alternées de 5 minutes en roulis libre et en roulis amorti.

De tels résultats montrent le parti qu'on peut tirer de la précession naturelle, pour réaliser des appareils antiroulis d'un fonctionnement sûr et d'une grande simplicité.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De l'influence de la variation de la température le long de la paroi d'échange sur la transmission de chaleur entre cette paroi et un fluide en mouvement.* Note [1] de M. **A. Lévêque**, présentée par M. G. Kœnigs.

La variation de la température le long de la paroi d'échange influe sur les coefficients de convection. Dans le problème du plateau mince plongé dans un fluide indéfini à vitesse uniforme V parallèle au plateau, traité par M. Boussinesq, si l'on appelle t_1 la température initiale du fluide et $t_0(x)$ la température de la paroi, variable avec l'abscisse, le flux de chaleur par unité de surface est, pour l'abscisse x,

$$Q = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\mathrm{K}c\rho\mathrm{V}}\left[\frac{t_1 - t_0(x)}{2\sqrt{x}} - \int_0^{\sqrt{x-\varepsilon}} \varphi'(x-\omega^2)\,d\omega\right];$$

si $t_0(x) - t_1 = \varphi(x)$, et ε infiniment petit (K, coefficient de conductibilité; c, chaleur spécifique à pression constante; ρ, masse spécifique).

On en tire

$$Q = \alpha_x[t_1 - t'_0(x)] \tag{1}$$

avec

$$t'_0(x) = t_0(0) + 2\sqrt{x}\int_0^{\sqrt{x-\varepsilon}} \varphi'(x-\omega^2)\,d\omega; \tag{2}$$

α_x ayant la valeur calculée dans l'hypothèse $t_0 = \text{const.}$

Pour calculer l'échange de chaleur Q en un point donné, on choisira donc le même coefficient de convection α_x que dans l'hypothèse d'une température t_0 uniforme, mais dans le facteur $(t_1 - t_0)$, on remplacera $t_0(x)$ par une température fictive $t_0(x)$ qui varie plus vite que $t_0(x)$. *L'effet de la variation de t_0 se trouve donc amplifié.*

Le flux total de chaleur pour la longueur x,

$$\int_0^x Q\,dx = \frac{-2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\mathrm{K}c\rho\mathrm{V}}\int_0^{\sqrt{x}} \varphi(x-\omega^2)\,d\omega,$$

s'écrira

$$\int_0^x Q\,dx = x.\alpha_0^x(t_1 - t'_{0m}) \tag{3}$$

---

[1] Séance du 9 janvier 1928.

avec

$$(4)\qquad t'_{0m} = t_1 + \frac{1}{\sqrt{x}} \int_0^{\sqrt{x}} \varphi(x - \omega^2)\, d\omega,$$

c'est-à-dire qu'on choisira le même coefficient moyen de convection α_0^x, que dans l'hypothèse d'une température t_0 uniforme, mais à condition de remplacer dans le facteur $(t_1 - t_0)$ la température t_0 par une moyenne t'_{0m} convenablement choisie. Dans l'hypothèse d'une variation linéaire de t_0, on aura

$$t'_{0m} = t_0(0) + \frac{2}{3}\gamma x = \frac{t_0(0) + 2\, t_0(x)}{3}.$$

On trouverait des résultats analogues en admettant que la vitesse suit la loi de Poiseuille.

On peut, en première approximation, étendre les formules ci-dessus au cas réel du mouvement turbulent d'un fluide dans un tube cylindrique. x désignant l'abscisse comptée suivant les génératrices, on utilisera les formules suivantes, en prenant pour α_x le coefficient vrai calculé dans l'hypothèse $t_0 =$ const. (t_m, température moyenne dans la section)

$$(1')\qquad Q = \alpha_x [t_m(x) - t'_0(x)],$$

$$(2')\qquad t'_0(x) = t_0(0) + 2\sqrt{x} \int_0^{\sqrt{x - \varepsilon}} \varphi'(x - \omega^2)\, d\omega.$$

Les formules (3) et (4) deviendront, α_0^x étant le coefficient moyen dans l'hypothèse $t_0 =$ const.,

$$(3')\qquad \int_0^x Q\, dx = x . \alpha_0^x (t_{1m} - t'_{0m}),$$

$$(4')\qquad t'_{0m} = t_1 + \frac{1}{\sqrt{x}} \int_0^{\sqrt{x}} \varphi(x - \omega^2)\, d\omega,$$

en prenant, pour t_{1m}, la température moyenne du fluide sur toute la longueur x $\left[\text{on peut prendre } t_{1m} = \frac{t_1 + t_m(x)}{2} \text{ ou } t_{1m} = \frac{1}{x}\int_0^x t_m\, dx\text{, suivant la définition choisie pour } \alpha_0^x\right]$.

Ces considérations simples montrent que les coefficients de convection mesurés dans une circulation à contre-courant seront plus élevés que si t_0 est constant. Autrement dit, si la température de la paroi varie avec x, croissant dans un sens tel qu'elle ait pour effet de tendre à augmenter l'écart

avec la température du fluide, le flux de chaleur se trouve augmenté, non seulement à cause de cet écart accru, mais parce que le coefficient réel de convection est lui-même plus grand. Si, au contraire, la variation de t_0 tend à diminuer cet écart, le flux de chaleur se trouve diminué, non seulement parce que $|t_1 - t_0|$ est plus petit, mais encore parce que le coefficient réel de convection est lui-même diminué.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force électromotrice de frottement des métaux.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. Ch. Fabry.

Lorsque deux métaux frottent l'un contre l'autre, leur point de contact devient le siège d'une force électromotrice dont les effets se composent avec ceux de l'action thermo-électrique due à l'élévation de température que le frottement produit en ce point. Dans la plupart des cas la force électromotrice thermo-électrique est bien plus faible que celle de frottement et *lui est de plus assez souvent opposée.*

Pour étudier ce phénomène il est tout indiqué de donner à l'un des corps la forme d'un disque que l'on fait tourner d'un mouvement uniforme en appliquant l'autre corps sur sa périphérie; on peut ainsi faire varier commodément la vitesse relative des deux substances et la pression qui les maintient en contact.

Le disque étant supposé fabriqué avec la substance la plus dure et son bord convenablement poli au papier émeri, on obtient, en appuyant la seconde substance contre ce bord, une force électromotrice dont la valeur augmente rapidement jusqu'à un maximum, puis décroît ensuite dans bien des cas jusqu'au voisinage de zéro.

La phase initiale croissante, qui correspond à une sorte de nettoyage et d'adaptation des surfaces frottantes, peut être supprimée par une préparation convenable de ces surfaces et notamment en terminant le polissage du disque avec une substance qui, comme la craie lévigée, ne laisse pas d'enduit superficiel; on obtient alors d'emblée la force électromotrice maximum.

La phase décroissante provient de ce que le corps fixe se laisse désagréger par le disque et dépose sur ce dernier une couche dont l'épaisseur est bientôt suffisante pour que tout se passe comme si ce corps frottait sur sa propre substance étalée sur le pourtour du disque. La force électromotrice finale résulte alors uniquement de l'élévation de température produite par

le frottement et, lorsque la pression d'appui n'est pas considérable, elle est négligeable devant le maximum précédemment atteint.

Le phénomène se présente exactement comme il vient d'être dit lorsqu'un disque résistant, en acier par exemple, frotte contre un métal plus tendre, plomb, cuivre, argent, etc.; mais, lorsque le corps fixe ne se laisse pas entamer, la phase décroissante peut durer très longtemps et même ne pas exister.

On comprend l'inconvénient qu'il y aurait à fabriquer le disque avec la substance la plus tendre; le frotteur fixe se recouvrirait alors immédiatement d'une couche suffisante pour empêcher toute observation.

Pour faire des déterminations correctes il convient donc, comme on l'a supposé plus haut, d'appuyer le corps fixe sur un disque plus résistant que lui et cela pendant un temps aussi court que possible, juste suffisant, par exemple, pour constater que la force électromotrice développée est ou n'est pas équilibrée par une différence de potentiel antagoniste convenable donnée par un potentiomètre. Après un petit nombre de contacts, il convient de rendre au disque ses propriétés initiales en le débarrassant, par un nettoyage à la craie, de la pellicule étrangère qui peut le recouvrir.

En prenant ces précautions, j'ai pu vérifier que la force électromotrice de frottement des corps métalliques obéit dans des limites étendues aux deux lois suivantes. Elle est :

1° *Proportionnelle à la vitesse relative des deux substances frottantes;*

2° *Indépendante de la pression qui les maintient en contact.*

Cette seconde loi tombe nécessairement en défaut lorsque la pression d'appui devient considérable parce qu'il se produit alors des phénomènes calorifiques intenses qui déterminent des perturbations thermo-électriques auxquelles viennent s'ajouter des effets nuisibles dus à l'écrouissage, soit à la désagrégation des corps.

Pour donner une idée de l'ordre de grandeur des forces électromotrices observées, nous terminerons cette Note en indiquant que, pour des vitesses linéaires de glissement V, comprises entre 0 et 8^{m} par seconde, la force électromotrice de frottement de l'argent sur l'acier poli est égale à $8.10^{-3}V$ volts et celle du cuivre placé dans les mêmes conditions, $0,16.10^{-3}V$ volts.

Dans ces deux cas, cette force électromotrice est de sens opposé à celle que produit une élévation de température du point de contact des métaux frottants. De plus, pour une même vitesse, elle a la même valeur pour des pressions variant de 10 à 200^{g} par millimètre carré.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le phénomène d'inversion dans la biotite soumise à l'action des rayons α.* Note [1] de M. **H. Jedrzejowski.**

Dans certaines espèces de mica, notamment la biotite, on peut observer des sphères de coloration concentriques d'origine radioactive, dites halos pléochroïques, dues à l'action prolongée des rayons α partant d'un centre activé. Ce phénomène peut être utilisé pour la détermination de l'âge des minéraux par la comparaison du noircissement des halos naturels avec celui des halos artificiels produits par l'action des rayons α en nombre connu traversant la biotite.

Joly [2], donnant l'explication de la structure en anneaux des halos, a fait intervenir le phénomène d'inversion analogue à celui des plaques photographiques surexposées. A notre connaissance, aucune confirmation de ce point de vue par la méthode expérimentale n'étant obtenue jusqu'ici, nous avons tenté une expérience afin de nous rendre compte de la réalité du phénomène supposé.

Une ampoule de verre très mince laissant passer les rayons α (4^{mm} de longueur et $0^{mm},4$ de diamètre) était remplie d'environ 590 millicuries de radon mesurés au commencement de l'expérience. L'ampoule était posée sur un feuillet de biotite (épaisseur $0^{m},015$), échantillon 57271 de la collection du Muséum d'Histoire naturelle, provenant de Sibérie. La biotite était collée par le bord sur une plaque de laiton ayant une ouverture circulaire de 1^{mm} de diamètre. L'ampoule était posée sur la biotite le long d'un des diamètres de l'ouverture. De temps en temps on arrêtait l'exposition et l'on mesurait la quantité de lumière passant à travers la biotite et par l'ouverture mentionnée. La durée totale de l'expérience a été de 5 jours.

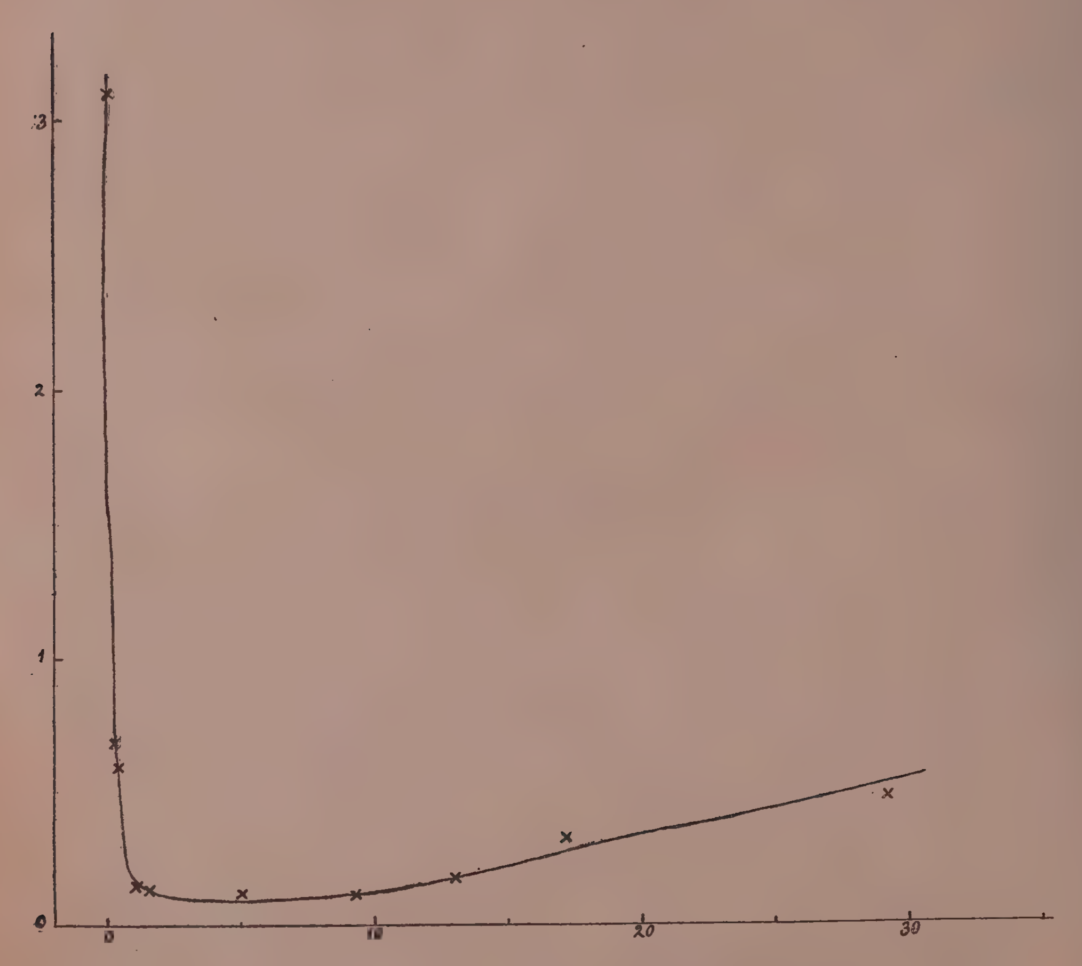
La mesure du noircissement a été faite au moyen d'une cellule photo-électrique de potassium reliée à un électromètre à quadrants. Un dispositif à quartz piézo-électrique permettait de mesurer les courants correspondant à la quantité de lumière passant par l'ouverture. Cette quantité était comparée chaque fois à la quantité de lumière passant par un feuillet de biotite non exposé à l'action des rayons α, fixé de la même façon que l'autre et servant d'étalon.

---

(1) Séance du 19 décembre 1927.

(2) Joly, *Phil. Trans. of Roy. Soc.*, A, **217**, 1916, p. 51; et *Proc. of Roy. Soc.* A, **102**, 1923, p. 682.

L'ampoule étant posée toujours à la même place, on a pu calculer les nombres proportionnels aux quantités de rayons α passant par le feuillet de biotite. Sur la figure, nous avons porté ces nombres sur l'axe des abscisses; les ordonnées expriment les courants de la cellule photo-électrique,



le courant correspondant à la lame étalon étant pris comme unité, les croix désignent les points obtenus expérimentalement.

On voit que la quantité de lumière décroît d'abord très vite, passe par un minimum et ensuite commence à augmentsr dès que le phénomène d'inversion se fait sentir. La courbe représente la marche du phénomène global étendu à la surface totale de l'ouverture. Nous avons pu observer le

phénomène d'inversion proprement dite juste au-dessous de l'ampoule, là l'action des rayons α est maximum. Cette région se présente dans le premier stade comme un trait brun foncé sur le fond vert clair, dans le dernier stade comme un trait jaune clair sur un fond brun.

De notre travail il nous semble justifié de tirer les deux conclusions suivantes :

1° Le phénomène d'inversion dans l'action des rayons α sur la biotite paraît être confirmé;

2° La détermination de l'âge des minéraux par les halos peut conduire à des nombres erronés, puisque aux mêmes ordonnées de la courbe de noircissement peuvent correspondre deux ou, peut-être, plusieurs valeurs des abscisses.

RADIOACTIVITÉ. — *Spectrographie des rayons γ par diffraction cristalline.* Note de M. **Frilley**, présentée par M. Jean Perrin.

La méthode du cristal tournant, qui est une technique courante de spectrographie des rayons X, a été appliquée aux rayons γ dès 1914 par Rutherford et Andrade [1], et en 1925 par J. Thibaud aux spectres du MTh et du Ra Th [2].

Le spectrographe à cristal tournant que j'ai employé comporte un banc de $1^m,50$ de long, formé de deux barres d'acier cylindriques parallèles, de 6^{cm} de diamètre portées par un bâti très rigide. Sur ce banc peuvent glisser trois chariots de fonte portant : 1° le support de la source et le canaliseur; 2° le cristal et son mouvement d'horlogerie; 3° le châssis porte-plaques.

Une barre du banc porte une règle divisée et les chariots sont munis de verniers permettant de repérer leur position à $0^{mm},1$ près.

Les sources sont des ampoules fines d'émanation de Ra placées dans une rainure verticale pratiquée dans un bloc de plomb, devant lequel est un canaliseur constitué par deux briques de plomb de 22^{cm} de long, soigneusement dressées, reposant ainsi que le bloc support de la source sur un plan d'ébonite. L'ouverture du canaliseur et son orientation sont réglables par

(1) Rutherford et Andrade, *Phil. Mag.*, 6e série, **27**, 1914, p. 854; **28**, 1914, p. 263.
(2) J. Thibaud, *Thèse*, Paris, 1925.

vis micrométriques. Le support de la source peut être déplacé transversalement au moyen d'une crémaillère, pour amener la source dans l'axe du canaliseur.

Entre les faces du canaliseur, dont la distance est de $0^{mm},3$ à $0^{mm},6$, on peut établir une différence de potentiel de quelques centaines de volts pour dévier et absorber le rayonnement β.

Le mouvement d'horlogerie entraîne, à raison de 1 tour par 24 heures, une vis déplaçant un écrou, dont le mouvement est transmis au support du cristal par un levier en acier pivotant entre pointes. L'axe de ce levier pouvant être déplacé, on obtient différentes vitesses du cristal, de quelques degrés à moins de 30 minutes par 24 heures.

Le cristal est une lame de sel gemme de 3×9^{cm}, épaisse de $0^{mm},6$ à $0^{mm},8$. Elle est taillée parallèlement aux faces du cube, plans réticulaires (100). Sa position est réglable dans toutes les directions au moyen de vis calantes. Le système tournant comporte une division en demi-degrés avec verniers permettant les lectures à 1′ près. Cette division ne sert qu'au réglage du point de départ qui se fait avec une vis micrométrique. Toutes les transmissions étant très rigides et le jeu rattrappé par un ressort, le mouvement est parfaitement régulier. Cette partie très délicate de l'appareil a été construite au laboratoire.

Pour le réglage de la position du cristal, le support de celui-ci est centré dans une cuvette conique où il peut être remplacé par une pièce portant un réticule dont les deux extrémités sont réglables micrométriquement. On observe à la lunette ce réticule pour le placer suivant l'axe de rotation. On l'amène ensuite dans l'axe du canaliseur au moyen des vis calantes qui supportent tout le mouvement, et au moyen d'une glissière transversale munie d'une vis micrométrique. On replace ensuite le cristal et l'on amène en coïncidence avec l'axe de rotation (en observant à la lunette) la ligne de contact entre sa surface et une équerre de précision appliquée contre elle vers son milieu.

Le châssis contient deux plaques dont les émulsions sont face à face, en contact chacune avec un écran renforçateur au tungstate de calcium. Il est protégé des rayons diffusés par une gaine de plomb et d'aluminium. Plusieurs lames de sel gemme ont été essayées et la qualité des spectres varie beaucoup avec ces lames.

Les plaques employées sont des « Opta » Lumière développées au glycin en 1 à 3 heures. Les poses durent de 2 à 5 jours. La distance source-plaque était de 65 à 110^{cm}.

J'ai ainsi obtenu dans le spectre d'un tube d'émanation de Ra des raies (attribuables à RaB et RaC) comprises entre 35 et 284 UX.

La longueur d'onde la plus courte que j'ai mesurée est 35 UX. correspondant à une énergie de 353 kilovolts et à un angle de réflexion de $21', 5$. Les résultats sont en excellent accord avec ceux des spectres corpusculaires jusqu'à cette limite de 353 kilovolts, sauf dans la région très complexe qui comprend les raies K de fluorescence, et dont la structure exacte n'était pas établie.

PHOTOGRAPHIE. — *Développement des plaques de Daguerre par pulvérisation de cathode*. Note de M. **Georges Simon**, présentée par M. A. Cotton.

Les plaques de Daguerre, c'est-à-dire les plaques d'argent poli légèrement attaqué par des vapeurs d'iode, une fois impressionnées, se révèlent ordinairement à la vapeur de mercure : il suffit d'exposer la plaque dans une boîte contenant au fond un peu de mercure légèrement chauffé, l'image est produite au bout de quelques minutes. J'ai remarqué qu'on peut remplacer la vapeur de mercure par la pulvérisation obtenue à partir d'une cathode en cuivre amalgamé. La projection doit être de très courte durée, une fraction de seconde seulement, sans quoi l'image est floue. Grâce à la rapidité du développement, la lumière qui remplit la cloche à pulvérisation n'impressionne pas la plaque.

Le résultat positif obtenu avec une telle cathode permettait d'espérer le développement par la pulvérisation d'autres métaux : effectivement, une cathode de cuivre a permis de révéler l'image sur une plaque simplement iodée (la plaque était naturellement d'une sensibilité assez faible pour n'être pas impressionnée par la lumière de la cloche à pulvérisation).

L'or et le platine n'ont pas donné de résultats.

Le même procédé permet aussi, comme me l'a montré M. Lambert, de révéler les images de Moser sur plaques d'argent non iodé.

PHOTOGRAPHIE. — *Procédé photographique à grande luminosité*. Note de M. **Henri Chrétien**, présentée par M. Louis Lumière.

L'accroissement de la luminosité des procédés photographiques se poursuit dans deux directions : d'un côté, on cherche à augmenter la *luminosité* des objectifs, de l'autre, on exalte la *sensibilité* des émulsions photogra-

phiques elles-mêmes. Rien ne paraît limiter encore les progrès chimiques; du côté optique, au contraire, on a atteint la limite pratique et même, dans bien des cas, on l'a dépassée, car l'accroissement de l'ouverture des objectifs ne s'obtient qu'au préjudice de l'étendue de leur champ et surtout de leur tolérance de mise au point.

Au cours de recherches photométriques sur la distribution des étoiles au sein des amas globulaires, j'ai rencontré, en 1910, une manière d'éviter ce dilemme qui est devenue susceptible d'entrer aujourd'hui dans la pratique courante. Je disposais dans le plan focal de l'astrographe un certain nombre de petites lentilles à très court foyer (loupes *compte-fils*); la plaque photographique était exposée en arrière, dans le plan conjugué de l'objectif, et enregistrait ainsi les *anneaux oculaires* dans chacun desquels se concentrait toute la lumière qui tombait sur la lentille correspondante. Un calcul simple montre que, si l'on néglige la faible absorption par le système supplémentaire, *la luminosité du système total est égale à la luminosité propre des collectrices*, mesurée par le carré de leur ouverture relative, et cela *indépendamment de l'ouverture de l'objectif de prise de vue*.

Pour que ce principe soit utilisable industriellement, il faut que les lentilles aient un diamètre égal à la définition linéaire exigée dans l'image, soit $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre, et qu'elles soient disposées d'une manière bien jointives en une couche recouvrant toute l'étendue du champ. En définitive, on est amené à réaliser le support de couche sensible indiqué en 1908 par G. Lippmann pour sa *photographie intégrale*, avec cette simplification que la qualité optique de nos lentilles peut être très médiocre.

Prenons, par exemple, une pellicule cinématographique dont le support mesure environ $0^{mm},135$ d'épaisseur. Moulons, du côté non sensible, des milliers de petites calottes sphériques, ainsi qu'on le fait dans le procédé Berthon pour la photographie en couleurs. Désignons par d le pouvoir de résolution demandé à la photographie; par N_1 le nombre de lentilles nécessaires par millimètre carré; par $\Omega = \frac{d}{f}$ leur ouverture optique relative; enfin par λ leur luminosité, en prenant pour unité celle d'un objectif photographique ouvert à $f/8$. Nous aurons le tableau :

d (mm)............	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{20}$
$N_1 = \frac{4}{\pi d^2}$...........	287	367	510
$\Omega = \frac{n.d}{e}$............	$\frac{1}{1,35}$	$\frac{1}{1,53}$	$\frac{1}{1,8}$
$\lambda = 64\Omega^2$............	35	27	20

Ainsi, une pellicule d'épaisseur courante, capable d'une définition de $\frac{1}{15}$ de millimètre, employée avec un objectif ouvert à $f/6,3$, *lui procure une luminosité vingt-deux fois plus grande*.

Un cliché négatif étant obtenu par ce procédé, comment se présente-t-il? Examiné à l'œil, il ne paraît pas différent d'un cliché ordinaire : en effet, l'image est bien constituée par des petites taches circulaires noires, beaucoup plus opaques que la région correspondante du cliché habituel; mais chaque tache est environnée d'une plage blanche, et comme l'œil ne discerne pas le détail de la structure, l'ensemble apparaît *gris*, et sensiblement du même gris que dans le cas du cliché ordinaire. Mais, *si on le reproduit à la chambre*, en le plaçant *gélatine en arrière* et en réglant le diaphragme de l'objectif de cette chambre en position et en diamètre, de manière à le faire coïncider avec l'image unique que, par cette disposition, les petites lentilles restituent du diaphragme de l'objectif de prise de vue, la plage blanche qui entoure chaque image sera complètement obturée par le contour du diaphragme, et les densités que présenteront sur le positif les différentes régions du sujet seront bien équivalentes à celles qu'on aurait obtenues avec un objectif λ fois plus lumineux que celui réellement employé.

Au moment où l'on va construire en France de très grands télescopes, on hésite sur le rapport d'ouverture qu'il convient de leur donner, car ils coûteront quelques dizaines de millions de francs et ne pourront être à la fois et à très long foyer, pour bénéficier du grand pouvoir séparateur du miroir, et à très court foyer pour la recherche des astres faibles. Il m'a paru opportun d'indiquer un procédé qui permet de disposer d'un instrument d'une très grande longueur focale — par exemple, du type Ritchey-Chrétien, récemment présenté à l'Académie, dont l'encombrement est minime — et dont la luminosité puisse éventuellement égaler celle d'un instrument ouvert à $f/1,5$, ouverture qu'on n'a jamais osé envisager jusqu'à présent en Astronomie, même pour les petits instruments.

M. J.-Ph. Lagrula a bien voulu faire, à l'Observatoire d'Alger, quelques expériences destinées à vérifier, en toute indépendance, les résultats obtenus au laboratoire. Ayant photographié la nébuleuse d'Andromède au moyen de l'astrographe Cooke que possède l'observatoire ($\Omega = f/5$) dans les mêmes conditions sur plaque ordinaire et sur la même plaque recouverte d'un réseau portant environ 400 lentilles au millimètre carré, M. Lagrula a « constaté un gain d'environ deux à trois grandeurs stellaires par application du réseau ».

CHIMIE PHYSIQUE. — *Vitesse d'hydrolyse et concentration en ions hydrogène.* Note de M. **H. Colin** et Mlle **A. Chaudun**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Il est impossible désormais de rapporter aux seuls ions hydrogène l'inversion du saccharose par les acides étendus : en effet, la vitesse initiale d'hydrolyse croît plus vite ou moins vite que la concentration en sucre cristallisable suivant que le catalyseur est un acide fort ou un acide faible ; de plus, elle est augmentée par la présence de sels sans ion commun avec l'acide.

Cependant, d'après certains auteurs, l'addition de saccharose ou de sels modifie la concentration en ions hydrogène des solutions acides. Ces variations, apparentes ou réelles, du pH ne seraient-elles pas l'unique cause des variations de la constante d'hydrolyse? Les choses devraient évidemment être telles si les ions hydrogène étaient les seuls agents efficaces du dédoublement du saccharose.

Soit en effet $\frac{k'a'}{ka}$ le rapport des vitesses initiales d'hydrolyse de deux solutions contenant, pour une même dose d'acide, des quantités a' et a de sucre $(a' > a)$; le rapport $\frac{k'}{k}$ est supérieur ou inférieur à 1 selon que le catalyseur est un acide fort ou un acide faible ; or, si l'acide agit uniquement en raison des ions H qu'il renferme, on a $\frac{k'}{k} = \frac{c'}{c}$, c' et c représentant les concentrations en ions H des deux liqueurs, ou, en introduisant la notation du pH, $\frac{k'}{k} = 10^{\text{pH}-\text{p'H}}$, d'où $\log\frac{k'}{k} = \text{pH} - \text{p'H}$ et l'on doit avoir $\text{pH} \gtrless \text{p'H}$, selon qu'on a $\frac{k'}{k} \gtrless 1$.

Nous avons déterminé les valeurs du rapport $\frac{k'}{k}$ pour des solutions à 40^{g} et à 5^{g} pour 100 de saccharose ainsi que le pH de chacune de ces liqueurs ; l'acidité est, dans tous les cas, environ décinormale.

Nature de l'acide.	$\frac{k'}{k}$.	pH.	p'H.	pH — p'H.	$\log\frac{k'}{k}$.
Acide chlorhydrique	1,58	1,06	1,02	0,04	0,119
» sulfurique	1,32	1,21	1,18	0,03	0,121
» oxalique	1,18	1,45	1,42	0,03	0,072
» formique	0,94	2,28	2,27	0,01	−0,027
» acétique	0,80	2,85	2,83	0,02	−0,097

On voit que les valeurs de pH — p'H sont nettement différentes des logarithmes du rapport $\frac{k'}{k}$ et peuvent même être de signes contraires, comme dans le cas des acides faibles. Il est donc impossible de rapporter aux variations de la concentration en ions hydrogène les variations de la constante d'hydrolyse en fonction de la teneur en sucre.

On arrive à la même conclusion lorsqu'on étudie l'action des sels. Si le sel n'a pas d'ion commun avec l'acide, la vitesse d'inversion est toujours augmentée par l'addition du sel, le pH se trouve également modifié, mais sans qu'on puisse apercevoir une relation quantitative simple entre l'accroissement de la constante d'hydrolyse et la diminution correspondante du pH.

	$\frac{k'}{k}$.	pH — p'H.	$\log \frac{k'}{k}$.
HCl, $\frac{N}{10}$ + KBr, N + saccharose, 5 %	1,87	0,10	0,271
HCl, $\frac{N}{10}$ + NO^3K, N + saccharose, 5 %	1,49	0,12	0,174
NO^3H, $\frac{N}{10}$ + KBr, N + saccharose, 5 %	1,85	0,11	0,268
CH^3COOH, $\frac{N}{10}$ + KCl, N + saccharose 5 %	1,24	0,10	0,093

Si enfin l'on compare la diminution du pouvoir hydrolysant d'un acide faible en présence de doses croissantes d'un de ses sels à l'augmentation corrélative du pH des liqueurs, on constate, là encore, une divergence entre le logarithme des rapports $\frac{k}{k'}$ et les différences p'H — pH. Citons une expérience entre autres, relative au système acide acétique + acétate de sodium.

	$\frac{k}{k'}$.	p'H — pH.	$\log \frac{k}{k'}$.
CH^3COOH, $\frac{N}{10}$ + CH^3COONa, $\frac{N}{10}$ + saccharose 5 %	26,03	1,63	1,415
CH^3COOH, $\frac{N}{10}$ + CH^3COONa, N + saccharose 5 %	42,31	2,55	1,626
CH^3COOH, $\frac{N}{10}$ + CH^3COONa, 2N + saccharose 5 %	48,70	3,01	1,687

Les résultats sont parfaitement concordants : les variations de la constante d'hydrolyse ne sont jamais parallèles à celles de la concentration en ions hydrogène, et cela quel que soit le facteur de variation, concentration du sucre ou addition de sels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Causes de la variation de volume accompagnant le durcissement des alliages légers aluminium-cuivre.* Note de MM. **Pierre Chevenard** et **Albert Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

A leur état stable à froid, les deux types d'alliages légers aluminium-magnésium-silicium et aluminium-cuivre sont formés d'un agrégat, dont les constituants sont une solution solide riche en aluminium et un composé défini Mg^2Si ou Al^2Cu. Leur durcissement, obtenu par une trempe suivie d'un revenu prolongé à basse température, est généralement attribué à la précipitation du composé défini à partir de la solution solide sursaturée.

Comme nous l'avons montré pour le premier type d'alliages (¹), l'analyse thermique au moyen du dilatomètre différentiel permet d'étudier la variation de solubilité du composé défini avec la température : la dissolution par chauffage est caractérisée par une contraction, et la courbe de refroidissement accuse une expansion quand la chute de température est assez lente pour permettre la précipitation à chaud.

Les diagrammes obtenus avec les alliages au cuivre ont exactement le même aspect. Mais, tandis que le revenu à basse température des alliages au magnésium-silicium s'accompagne d'un accroissement de volume conformément aux prévisions, on observe une contraction dans les alliages au cuivre.

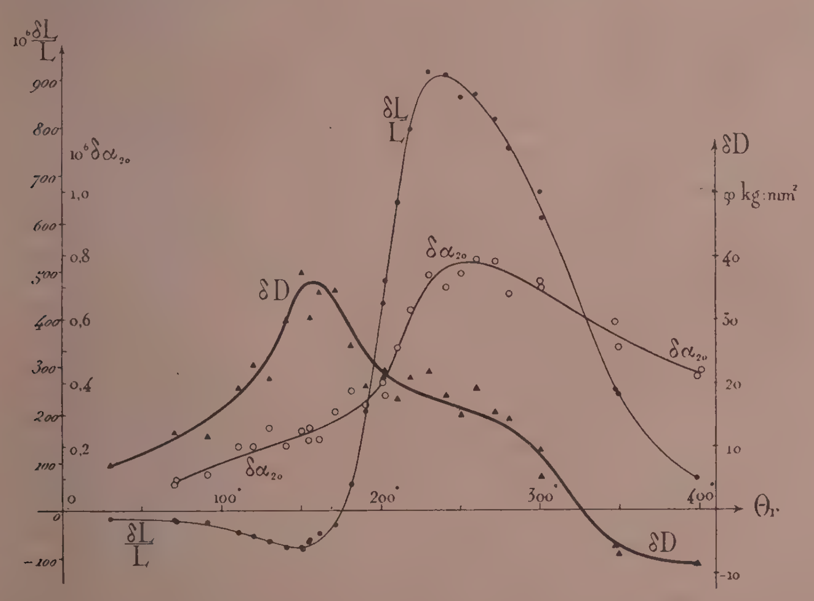
Des expériences faites avec des alliages d'aluminium non susceptibles de durcissement ont écarté l'hypothèse d'une contraction d'ordre banal, capable de masquer l'expansion prévue, et causée par la lente destruction des tensions internes de trempe; il subsiste donc une contradiction que nous avons tenté d'élucider. Dans ce but, nous avons cherché comment la température du revenu influe sur le changement de longueur qu'éprouve, au cours de ce traitement, un barreau trempé préalablement.

Les expériences ont porté sur un alliage industriel tenant 4,30 pour 100 Cu, 0,80 pour 100 Mn et 0,38 pour 100 Si. Le barreau-échantillon était trempé à 525° dans l'eau à 20°; le revenu comportait un séjour de 8 heures à température constante θ_r, et le changement relatif de longueur $\frac{\delta L}{L}$ à la température θ_r était enregistré par le dilatomètre différentiel. On mesurait, d'autre part, avant et après revenu, la dureté et la dilatabilité à 20°. Le diagramme

(¹) A. Portevin et P. Chevenard, *Étude dilatométrique des alliages d'aluminium avec le magnésium et le silicium* (*Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 296).

ci-dessous représente, en fonction de θ_r, le changement de longueur $\frac{\delta L}{L}$, le durcissement δD et la diminution $\delta\alpha_{20}$ de la dilatabilité.

Cette diminution a pour cause la précipitation de Al^2Cu beaucoup moins dilatable ($15,1.10^{-6}$ à 20°) que la solution solide aluminium-cuivre ($22,1.10^{-6}$ à 20°); ainsi, $\delta\alpha_{20}$ mesure approximativement la quantité de Al^2Cu libéré.



Au-dessus de 170°, l'allure des courbes est bien conforme à la théorie classique; la précipitation de Al^2Cu est mise en évidence par un durcissement, un accroissement de volume et une diminution de la dilatabilité. L'intensité du phénomène croît d'abord rapidement avec la température θ_r. Puis elle décroît au delà de 250°, alors que la température se rapproche de celle qui correspond à la solubilité complète. La chute de la courbe δD est d'ailleurs accélérée par la coalescence du composé défini; le maximum de durcissement ayant lieu pour θ_r voisin de 150° en accord avec les conclusions de l'étude faite avec M. François Le Chatelier [1].

Mais la précipitation de Al^2Cu est certainement étrangère à la contrac-

---

(1) Albert Portevin et François Le Chatelier, *L'obtention, par traitement thermique, d'alliages légers à haute résistance ne contenant pas de magnésium* (*Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 311).

tion observée au-dessous de 170°; en effet, le changement de volume résultant de cette précipitation ne peut changer de signe quand la température s'abaisse, puisque l'agrégat stable à froid est moins dilatable que la solution solide stable à chaud.

Il faut donc admettre l'existence d'une autre réaction, superposée à la première, et accompagnée d'une diminution de volume; cette seconde réaction intervient d'ailleurs efficacement dans le traitement industriel de l'alliage, puisque le plus fort durcissement correspond sensiblement à la plus grande contraction.

L'hypothèse d'un état analogue à la martensite des aciers, intermédiaire entre la solution solide stable à chaud et l'agrégat stable à froid, nous paraît peu vraisemblable, parce que l'aluminium n'a pas comme le fer deux états allotropiques. Nous sommes plutôt tentés de relier la réaction inconnue à la présence des impuretés ou des additions de l'alliage industriel : silicium, manganèse, etc., et c'est dans cette direction que nous poursuivons nos recherches.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de l'onde explosive.*
Note de MM. **P. Laffitte** et **P. Dumanois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous avons mesuré la vitesse de propagation de l'onde explosive dans un certain nombre de mélanges gazeux détonants purs ou contenant une petite quantité d'un antidétonant, le plomb tétraéthyle. Les mesures ont été faites sous des pressions initiales variant depuis la pression atmosphérique jusqu'à 7 atmosphères.

La mesure de la vitesse de l'onde explosive a été faite par la méthode d'enregistrement chronophotographique déjà décrite par l'un de nous ([1]).

Le mélange gazeux détonant était enflammé soit par une capsule de 1^g de fulminate de mercure dans les expériences à la pression atmosphérique, soit par une étincelle électrique dans les expériences sous pression. Les expériences sous pression étaient faites à l'aide de l'appareil décrit dans une précédente Note ([2]).

L'antidétonant était introduit dans le mélange gazeux en faisant barboter ce dernier dans un petit flacon contenant le plomb tétraéthyle. Il était dosé par un procédé analogue à celui indiqué par Egerton et Gates

([1]) *Ann. de Phys.*, 10ᵉ série, 4, 1925, p. 605.
([2]) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 284.

dans leurs recherches sur l'influence des antidétonants sur la formation de l'onde explosive ([1]). La proportion de plomb tétraéthyle était dans nos expériences de $\frac{1}{1000}$ environ, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que celle qui s'est montrée efficace dans les moteurs.

Le tableau suivant donne les résultats de nos mesures pour divers mélanges d'hydrogène et d'oxygène, d'hydrogène d'oxygène et d'azote, et enfin de méthane et d'oxygène.

Mélanges.	Pression initiale (atmosphères).	Vitesse de l'onde explosive en mètres-sec — sans $Pb(C^2H^5)^4$.	en présence de $Pb(C^2H^5)^4$.
$2H^2 + O^2$.....	1	2800	2830
$2H^2 + O^2$.....	3	2850	2850
$2H^2 + O^2$.....	6,5	2900	2860
$H^2 + O^2$.....	1	1900	1930
$H^2 + 3O^2$.....	1	1730	1700
$4H^2 + O^2$.....	1	3200	3260
$H^2 + O + N$..	1	2400	2400
$CH^4 + 2O^2$...	1	2350	2300
$CH^4 + 2O^2$...	7	2320	2350
$CH^4 + 3O^2$...	1	2400	2450

Les résultats n'ont pas la précision de ceux obtenus par Dixon, qui opérait par la méthode de Berthelot dans des tubes de plusieurs dizaines de mètres de longueur. La précision de la méthode photographique dans les conditions de nos mesures (tube de 1^m de longueur; vitesse linéaire de déplacement de la pellicule sensible : 45 m/sec environ) ne permet pas de faire des mesures avec une approximation supérieure à 2 pour 100.

Dans ces conditions, il résulte de l'examen des chiffres du tableau précédent que *la vitesse de propagation de l'onde explosive est indépendante de la présence d'antidétonant dans le mélange gazeux.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *ψ-scopine et scopoline.*

Note de MM. **Max** et **Michel Polonovski**, présentée par M. Charles Moureu.

En poursuivant l'étude de la ψ-scopine, $C^8H^{13}O^2N$, obtenue par réduction du bromure de scopinium ([2]), nous avons pu compléter la différenciation de cette nouvelle base avec la scopoline. Cette différenciation ne se limite pas aux propriétés physiques de tous leurs dérivés, mais s'étend à certaines réactions chimiques, notamment aux produits d'oxydation, ce qui ne s'expliquerait pas par une simple stéréoisomérie géométrique.

([1]) *Proc. Roy. Soc.*, 114 A, 1927, p. 149.

([2]) Max et Michel Polonovski, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 277.

Bien que la constitution de la scopoline semble parfaitement élucidée, la nature secondaire de la fonction alcool n'a pu être prouvée ni par oxydation en cétone, ni par déshydratation, alors qu'on obtient, d'autre part, si aisément la tropinone et la tropidine.

Ayant été amenés à attribuer à la ψ-scopine une formule plus directement superposable encore à celle du tropanol, il était intéressant de voir si cette nouvelle base ne conduirait pas respectivement à une scopinone et une scopidine.

L'expérience n'a répondu qu'indirectement à notre attente, mais elle a confirmé la structure symétrique de la ψ-scopine et ses rapports étroits de constitution avec la base scopinium.

La ψ-scopine réduit très rapidement le mélange sulfochromique ($Cr^2O^7K^2$ normal en solution sulfurique à 50 pour 100). Lorsqu'on met en œuvre un atome d'oxygène pour une molécule de base, la réduction est totale à froid, et, après alcalinisation et concentration par distillation, on peut mettre en évidence dans le distillat de la méthylamine, et dans la solution concentrée de l'aldéhyde métaoxybenzoïque (F. 104°). Les quantités de méthylamine et d'aldéhyde isolées atteignent environ 50 pour 100 de la théorie. On trouve en outre, à côté d'un peu de ψ-scopine régénérée, un produit amorphe, polymérisé, à fonction phénolique.

Cette réaction rappelle en tous points la dégradation de la base scopinium décrite dans notre Note précédente. Elle fixe, dans les deux cas, les positions respectives du pont oxydique, générateur de la fonction phénol, et de la seconde fonction oxygénée que l'on retrouve finalement sous forme aldéhydique. Cette identité dans les produits terminaux semble bien indiquer que le processus d'oxydation de la ψ-scopine passe par un stade scopinone, tautomère d'une forme scopinium, en laquelle elle se transpose intermédiairement pour se dégrader aussitôt, suivant les tendances propres à cette base quaternaire :

```
   CH ——— CH ——— CH²                       CH ——— CH ——— CH²
  /       |       |                       /       |       |
O<   | H³C—N<X   HOCH   +O→           O<   | H³C—N<X    CO    →
  \       |  H    |                       \       |  H    |
   CH ——— CH ——— CH²                       CH ——— CH ——— CH²
   Sel (XH) de ψ-scopine.                  Sel (XH) de scopinone.

    CH ——— CH ——— CH²                      HOC —— CH ═══ C — CHO
   /       |  X    |       —NH²CH³XH        ‖              |
→ O<   | H³C—N<  O — CH   ————————→         ‖              |
   \       |  O    |                        HC —— CH ═══ CH
    CH ——— CH ——— CH²
       Sel scopinium.                      Aldéhyde 3-oxybenzoïque.
```

La scopoline, dans les mêmes conditions, ne s'oxyde que très lentement et ne donne aucune trace d'aldéhyde métaoxybenzoïque.

Un essai de déshydratation, opéré à l'aide d'un mélange de H^2SO^4 et de CH^3CO^2H, à 160°, ne donne aucun résultat avec la scopoline, que l'on régénère intégralement, alors qu'avec la ψ-scopine on est conduit mi-partie à un composé azoté, amorphe, polymérisé, analogue à celui que nous avons décrit plus haut, et mi-partie à une transposition en scopoline. Cette isomérisation doit être consécutive à une déshydratation suivie, après transposition du pont oxydique, d'une rehydratation.

Mentionnons enfin les nouveaux dérivés préparés au cours de cette étude :

Benzoyl-ψ-scopine, $C^8H^{12}ONOCOC^6H^5$[$(C^6H^5CO)^2O$ sur la ψ-scopine], base forte, F. 142°; chlorhydrate, F. 216° (Cl pour 100, 12,17 calculé Cl pour 100, 12,08); picrate, F. 104°; chloraurate, F. 220°.

Acétyltropyl-ψ-scopine [chlorure d'acétyltropyle sur ψ-scopine], masse vitreuse alcaline, saponifiée en milieu légèrement acide en *tropyl-ψ-scopine* $C^8H^{11}ONOCOC^8H^9O$, isomère vitreux de la scopolamine; picrate et chloraurate amorphes.

Nor-ψ-scopine (obtenue par oxydation permanganique alcaline de la ψ-scopine ou par la méthode générale que nous avons décrite : action de $(CH^3CO)^2O$ sur le N-oxyde de ψ-scopine) : $C^7H^{11}O^2N$, F. 184°. Chlorhydrate, F. 262°; picrate, F. 225°; chloraurate, F. 220°. Traité par excès de CH^3I, elle redonne l'iodométhylate de ψ-scopine (F. 249°).

ψ-scopylphényluréthane $C^8H^{12}ONOCONHC^6H^5$[C^6H^5CNO sur ψ-scopine en solution benzénique], F. 229°; *neutre* au tournesol très peu soluble dans les solvants organiques. Chlorhydrate, F. 244°; chloraurate, F. 210°.

La scopoline donne, dans les mêmes conditions, un uréthane isomère, pâteux, *alcalin* au tournesol, très soluble dans l'éther. Chlorhydrate, F. 226°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saponification par les alcalis, du phényléthylmalonate d'éthyle*. Note de MM. **E. Tassilly**, **A. Belot** et **M. Descombes**, présentée par M. Charles Moureu.

M. Dumesnil [1] a étudié la saponification du diéthylmalonate d'éthyle. Nous avons pensé que l'introduction d'un radical arylé était de nature à modifier l'allure de la réaction et nous avons entrepris de rechercher comment se comportait le phényléthylmalonate d'éthyle en présence des alcalis.

I. *Saponification à chaud par la soude aqueuse.* — Nous avons porté à l'ébullition un mélange de :

(1) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1043; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **31**, 1922, p. 320.

Éther phényléthylmalonique	13^g,2
Lessive de soude à 36° B	26
Eau	26

soit 1 molécule d'éther pour 4 de soude. La saponification, lente, est cependant totale au bout de 26 heures (insaponifié 0^g,05). Les acides formés constituaient un mélange d'environ 80 pour 100 d'acide phényléthylmalonique $C^6H^5(C^2H^5)C(CO^2H)^2$ fondant à 182°,5 (7^g,7) et de 20 pour 100 environ d'acide α-phényl-α-éthylacétique $C^6H^5(C^2H^5)CH\,CO^2H$ fondant à 42° (1^g,8). La séparation peut s'effectuer par des cristallisations dans le benzène où le premier acide est peu soluble à froid.

II. *Saponification à chaud par la soude alcoolique.* — Nous avons porté à l'ébullition un mélange ne différant du précédent que par la substitution de 26^g d'alcool à 95° aux 26^g d'eau. La saponification était complète en 10 minutes. Les acides isolés. les mêmes que précédemment, se trouvaient dans des proportions totalement différentes : 10 pour 100 d'acide phényléthylmalonique, 90 pour 100 d'acide phényléthylacétique.

Un essai d'une durée de 30 minutes a fourni uniquement de l'acide phényléthylacétique.

III. *Saponification à froid par la soude alcoolique.* — Nous n'avons pas, dans les essais ci-dessus, décelé la présence d'un acide-éther. En vue d'obtenir ce corps non encore décrit, nous avons abandonné à la température ordinaire un mélange de :

Éther phényléthylmalonique	13^g,2
Soude en plaques à 94 pour 100	5^g,4
Alcool à 75°	q. s. p. 100^cm3

soit 1^mol,25 de soude pour 1 d'éther-sel. Au bout de 100 heures, l'insaponifié était de 2^g,34 (17,5 pour 100). Nous avons extrait du produit acide 6^g,8 de phényléthylmalonate acide d'éthyle $C^6H^5(C^2H^5)C(CO^2H)CO^2C^2H^5$ peu soluble dans l'éther de pétrole et 1^g,6 d'acide phényléthylacétique. Nous n'avons pas trouvé d'acide phényléthylmalonique.

Un nouvel essai d'une durée de 6 heures a donné des résultats analogues, à cela près que 49 pour 100 seulement de l'éther-sel étaient saponifiés.

Doublant la proportion de soude, on constate au bout de 100 heures que la saponification est totale. Des cristaux de phényléthylmalonate de soude, peu solubles dans le milieu, se sont séparés et fournissent 2^g,3 d'acide libre. De la liqueur claire, on retire 6^g,6 d'acide-éther et 1^g,8 d'acide phényléthylacétique.

Le phényléthylmalonate acide d'éthyle se présente en cristaux incolores, d'odeur éthérée faible, fondant à 94°, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le chloroforme, insoluble dans l'eau. Le corps chauffé à 150° se décompose avec perte de CO^2.

IV. *Saponification par les alcalis pulvérisés.* — Espérant que l'augmentation de la concentration en alcali favoriserait la formation de l'acide phényléthylmalonique, nous avons fait réagir la potasse pulvérisée (de préférence à la soude dont l'action est plus lente).

Nous avons abandonné à la température ordinaire 13^g,2 d'éther phényléthylmalo-

nique avec 11g,2 de potasse en cylindres (à 84 pour 100) broyée et tamisée au tamis n° **30**. Au bout de 24 heures, la saponification est totale. Il s'est encore formé de l'acide phényléthylacétique (20 pour 100) à côté d'acide phényléthylmalonique (80 pour 100).

En ne mettant en contact que 1mol,50 d'alcali pour 1 d'éther-sel, au bout de 24 heures, l'insaponifié est de 56 pour 100, mais on peut isoler du mélange acide 55 pour 100 d'acide-éther à côté de 20 pour 100 d'acide phényléthylmalonique. Il s'est formé 25 pour 100 d'acide phényléthylacétique.

Conclusions. — I. Dans la saponification du phényléthylmalonate d'éthyle, il y a formation constante d'acide phényléthylacétique, ce corps devenant le produit normal de la saponification alcoolique à chaud.

II. L'acide phényléthylmalonique se produit dans les meilleures conditions de rendement soit en milieu aqueux à l'ébullition, soit en présence de potasse pulvérisée à froid, cette dernière méthode étant d'une exécution particulièrement aisée.

III. Le phényléthylmalonate acide d'éthyle ne s'obtient qu'en milieu hydro-alcoolique à froid ou en présence de potasse sèche en quantité limitée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sulfoxytriazines.*
Note de MM. **J. Bougault** et **L. Daniel**, présentée par M. Charles Moureu.

L'un de nous [1] a établi que les semi-carbazones des acides α-cétoniques se transforment facilement, par déshydratation sous l'action des alcalis, en dioxytriazines substituées en 6. En prenant comme exemple la semi-carbazone de l'acide phénylpyruvique, on a la réaction

$$C^6H^5.CH^2.C\begin{cases}CO^2H\\N.NH.CO.NH^2\end{cases} = H^2O + C^6H^5.CH^2.C\begin{cases}\overset{1}{CO}-\overset{2}{NH}\\ \quad\quad\quad\quad\quad {}^{3}CO.\\ \underset{5}{N}-\underset{4}{NH}\end{cases}$$

Nous nous sommes proposés d'étudier au même point de vue les thiosemi-carbazones des mêmes acides α-cétoniques, et de voir quelle serait l'influence du remplacement de l'oxygène par le soufre dans ces composés.

Les conclusions générales de nos observations peuvent se résumer ainsi :

Les thiosemi-carbazones des acides α-cétoniques ont une plus grande tendance à la cyclisation que les semi-carbazones ; les rendements en sulfoxy-

---

([1]) J. Bougault, *Comptes rendus*, **159**, 1914, p. 83 et 631 ; **160**, 1915, p. 625, et *Ann. Chim.*, 9e série, **5**, 1916, p. 317.

triazines sont presque toujours théoriques et la réaction est plus rapide tout en étant plus complète.

Les sulfoxytriazines, comme les dioxytriazines, ont une réaction acide, plus accentuée même que celle de ces derniers composés. On peut titrer acidimétriquement les sulfoxytriazines en présence de phtaléine, elles se comportent comme monoacides.

Comme les dioxytriazines, les sulfoxytriazines peuvent donner deux séries d'éthers (monoéthers et diéthers), par action de leurs dérivés sodés sur les iodures d'alcoyles. Toutefois, jusqu'ici, les monoéthers seuls ont pu être isolés à l'état pur et cristallisé.

Les caractères indiqués ci-dessus rapprochent les sulfoxytriazines des dioxytriazines; la différence suivante les en distingue nettement :

Il a été montré que les dioxytriazines, traitées par l'hypobromite de sodium, dégagent de l'azote et donnent un dérivé dibromé de l'amide correspondant à l'acide cétonique générateur; ainsi la benzyldioxytriazine donne l'amide de l'acide phénylpropionique α-dibromé

$$C^6H^5.CH^2.CBr^2.CO.NH^2.$$

Soumise à l'action du même réactif, la sulfoxytriazine

$$\text{(I)} \qquad C^6H^5.CH^2.C\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO - NH \diagdown}{\diagdown\!\!\diagdown N \text{———} NH \diagup\!\!\diagup}CS,$$

dérivé du même acide phénylpyruvique, ne donne lieu à aucun dégagement gazeux. Cependant il y a réaction et le produit cristallisé, isolé, est différent de la sulfoxytriazine; sa composition n'a pas encore été élucidée.

Avec les hypochlorites alcalins, l'action sur les sulfoxytriazines est plus énergique : il y a dégagement gazeux et dédoublement de la molécule, la benzylsulfoxytriazine (I) donne l'acide phénylacétique, la phényléthylsulfoxytriazine, homologue supérieur de la précédente, donne l'acide phénylpropionique.

Nous avons préparé les sulfoxytriazines suivantes :

La phénylsulfoxytriazine $C^6H^5.C^3OSN^3H^2$, fondant à 256°;

La benzylsulfoxytriazine $C^6H^5.CH^2.C^3OSN^3H^2$, fondant à 194°;

La phényléthylsulfoxytriazine $C^6H^5.CH^2.CH^2.C^3OSN^3H^2$, fondant à 210°.

Des détails, complétant ces indications générales, seront donnés dans une Thèse en préparation.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur des complexes métalliques des nitrates de cellulose.* Note (¹) de M. A. **Apard**, présentée par M. Vieille.

1° Si l'on ajoute à une solution acétonique à 1 pour 100 de nitrate de cellulose (11,6 pour 100 d'azote) de la litharge finement broyée, ou de la chaux vive ou éteinte, en poudre, on observe, après agitation, et décantation de la majeure partie de l'oxyde, un accroissement de la viscosité suivi de la prise en gelée de la solution.

Le même phénomène se produit avec des nitrates de cellulose de teneur en azote différente, où en solution dans l'alcool-éther, l'acétate d'amyle.

Avec d'autres oxydes ou hydrates métalliques (Cu, Hg, Ag, Bi, Al, Fe, Ni, Zn, Cd, Ba) on observe simplement des variations, en plus ou en moins, dans la viscosité de la solution, variations qui paraissent en rapport avec la présence du métal dans la solution.

			Extrait sec de la gelée.			
			Nitrate de cellulose.			
Nature de l'oxyde.	Taux d'azote du produit initial.	Solvants.	Pour 100.	Azote pour 100 du nitrate.	Oxyde pour 100.	Observations.
PbO...	11,6	Acétone	41,5	10,5	58,5	I
CaO...	11,9	Alcool-éther	98,2	10,9	1,8	II
			98,4	10,9	1,6	
CaO...	11,9	Alcool-éther	94,95	10,03	5,04	III
			94,4	10,04	5,6	
CaO...	11,9	Alcool-éther	85,9	10,5	14,1	IV
			86,6	10,6	13,4	

Observations. — I. Gelée. — II. Il n'y a pas eu prise en gelée. La solution limpide a été précipitée par la ligroïne. — III. Précipité gélatineux lavé à l'alcool-éther. — IV. Produit résultant de la précipitation des solutions de lavage du précédent.

La fixation de l'oxyde sur le nitrate de cellulose est tout à fait inégale ainsi qu'on pouvait s'y attendre. Pour la gelée au PbO séparée de l'excès de litharge par lévigation, il y a certainement un excès d'oxyde non fixé.

2° En électrolysant des solutions de nitrate de cellulose à 1 pour 100 avec

(¹) Séance du 9 janvier 1928.

des électrodes du métal à essayer (12 volts, 0,1 amp. par dmq) on obtient plus régulièrement formation d'une gaine de gelée à *l'anode*. La solution a été rendue conductrice par une trace de soude caustique (concentration finale N/500 environ). On observe, en même temps, le passage du métal dans la solution (coloration verte pour Cu et Ni, rouge pour Fe); Pb, Hg, Cu, Cd, Zn, Fe ont fourni des gelées, Ni une solution colorée seulement.

En l'absence de nitrate de cellulose dans le dissolvant, on obtient seulement un dépôt d'hydrate à l'anode et pas de disparition sensible de métal dans la solution.

L'analyse de quelques-uns des produits obtenus a donné les résultats ci-dessous :

Métal des électrodes.	Taux d'azote du produit initial.	Solvants.	Extrait sèc de la gelée. Nitrate de cellulose. Pour 100.	Azote pour 100 du nitrate.	Oxyde pour 100.	Observations.
Pb.....	11,6	Acétone	90,8 ; 90,7	10,95	9,5 ; 9,65	I
Pb.....	11,9	Acétone	87,4 ; 87,2	11,05	12,6 ; 12,8	II
Pb.....	11,9	Alcool-éther	88,7 ; 89,1	10,9 ; 11,0	11,3 ; 10,9	III
Cu.....	11,9	Alcool-éther	94,4 ; 94,5	10,8	5,5 ; 5,6	IV
Cu.....	11,6	Alcool-éther	91,1 ; 91,3	10,6	8,8 ; 8,15	V

Observations. — I. Gelée. — II. La solution + gelée a été précipitée par l'eau. On reprend par l'acétone pour enlever la partie soluble. — III. Fraction soluble, résultant du lavage d'un insoluble. — IV. Fraction soluble dans l'alcool-éther. — V. Gelée.

3° Les gelées obtenues par les méthodes décrites ci-dessus sont détruites par l'addition d'une petite quantité d'un acide fort (HCl, NO^3H). Elles semblent ne pouvoir prendre naissance en milieu acide.

4° En résumé, on a constaté que l'action des oxydes ou hydrates métalliques sur les solutions de nitrate de cellulose conduit à la formation de complexes solubles ou insolubles dans le solvant où ils prennent naissance, et renfermant du nitrate de cellulose et un reste métallique. Le phénomène paraît tout à fait général; il pourrait correspondre à l'existence de propriétés acides reconnues dans les nitrates de cellulose.

LITHOLOGIE. — *Sur les caractères lithologiques des roches intrusives du Massif Central saharien (Mission Jacques Bourcart, 1922-1923).* Note (¹) de MM. **Jacques Bourcart** et **M.-E. Denaeyer.**

Le Massif Central saharien (²) est formé de bandes de schistes amphiboliques, de quartzites, amphibolites, micaschistes, cipolin et gneiss. Très étroites, elles ont en général une direction méridienne, sauf aux deux extrémités ouest et est du massif où elles s'inclinent un peu vers l'Équateur. Le métamorphisme augmente de la périphérie vers le centre. L'ensemble a été traversé par des roches ignées, granites, diorites, pegmatites, etc., que les plissements ont fragmentées en lames; elles sont très écrasées et souvent même recristalisées. En outre, des venues plus récentes [granites de Meniet et du Tinaqqor (Mouydir), des Isediyen (Bas-Ahaggar), syénites de Tefedest] dessinent de grands ovales ou forment (microgranites et laves anciennes) des filons ou des pointements. Les plis de la série ancienne les contournent ou sont brusquement interrompus à leur niveau.

Tout ce système a été parfaitement arrasé (à l'exception des pointements de laves anciennes qui émergent en *monadnocks*) antérieurement au dépôt des *grès inférieurs* qui sont, au plus, siluriens. Ceux-ci ne sont traversés, dans le Massif Central, par aucune roche éruptive ancienne. Ce n'est qu'à l'époque tertiaire, après que les mouvements du cycle alpin eurent causé le bombement de l'Ahaggar, qu'une série de roches éruptives, que nous avons déjà décrite, est venue traverser le socle ancien pour s'épancher à la surface (³). Au point de vue lithologique, le substratum schisto-cristallin de ces régions a été caractérisé antérieurement par l'un de nous (⁴). L'examen des nouveaux échantillons prélevés au cours de notre mission (Mission Jacques Bourcart) et les analyses que M. F. Raoult a effectuées nous permettent d'apporter les précisions qui suivent.

(¹) Séance du 19 décembre 1927.

(²) Voir pour les limites et les relations géologiques du Massif Central, Jacques Bourcart, *Un voyage au Sahara* (*Publ. Comité Afr. Franç.*, 1924) et *Les volcans de l'Ahaggar* (*C. R. Congr. Soc. Sav. Sciences*, Paris, 1925, p. 383-391).

(³) Jacques Bourcart et M.-E. Denaeyer, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1073, et **185**, 1927, p. 1492.

(⁴) M.-E. Denaeyer, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1073 et 1161, et *Bull. Soc. Géol. France*, 4ᵉ série, **23**, 1923, p. 295.

Les roches intrusives granitoïdes de ce complexe schisto-cristallin sont, en général, des roches quartziques à feldspaths alcalins et plagioclases pauvres en éléments ferro-magnésiens. Parmi ceux-ci, les plus fréquents sont la biotite et l'amphibole verte.

Les granites *sensu stricto* (microcline ou orthose > oligoclase) sont les plus abondants. Les variations du rapport monzonitique et du rapport des alcalis donnent naissance à des granites monzonitiques, des granodiorites, des granites à caractère akéritique, des oligoclasites quartziques et des diorites quartziques. Leur structure est le plus souvent granitique, parfois porphyroïde. Quand la quantité de silice libre diminue, ces roches passent à des syénites calco-alcalines, des diorites et parfois au gabbro. On observe sur un grand nombre d'échantillons des phénomènes d'écrasement plus ou moins prononcés allant jusqu'à la mylonitisation complète et quelquefois accompagnés d'un début de recristallisation et de gneissification.

Les roches que nous venons d'énumérer sont accompagnées d'un cortège d'équivalents filoniens et de faciès de bordure qui ne s'en distinguent pas essentiellement au point de vue chimique. Ce sont des pegmatites, des aplites, des microgranites, des microdiorites à faciès lamprophyrique et des dolérites. Quelques laves anciennes très altérées sont également enclavées dans le substratum ; nous avons reconnu une rhyolite et une dellénite.

Voici les divers types qui ont été analysés :

a. *Granite calco-alcalin* hololeucocrate (limite des granites alcalins), massif de Tinaqqor. — I.4.1'.3.

b. *Granite calco-alcalin* hololeucocrate (limite des granites monzonitiques), Isediyen (Bas Ahaggar). — I.4.1(2).3.

c. *Granite akéritique*, Tamanr'asset (Ahaggar). — I.(3)4.2.4.

Cette roche est tout à fait comparable au *granite akéritique* de Melfi (Chari), I.4'.2.3(4), décrit par M. A. Lacroix [1], dont l'analyse A (Raoult *in* A. Lacroix) montre qu'il est plus riche en potasse, ce qui a pour effet d'en atténuer le caractère akéritique, lequel apparaît nettement dans le granite de Tamanr'asset.

d. *Syénite calco-alcaline* α à *hudsonite*, Gara Dehin (Tefedest). — I.5.(1)2.(2)3.

Cette roche est remarquable par sa teneur élevée en potasse (8,81 pour 100). Il est intéressant de rappeler que l'un de nous [2] a déjà signalé l'existence de la hudsonite dans des granites de l'Adrar de Iforass.

---

(1) A. Lacroix, *Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, **25**, 1925, p. 496.
(2) M.-E. Denaeyer, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1161.

e. Diorite α à hypersthène, oued Ahalii (Fort Motylinski, Ahaggar). — II'.'5.3.4.

	a.	b.	c.	A.	d.	e.
SiO^2	74,26	71,26	72,08	62,32	63,78	50,92
Al^2O^3	13,59	15,55	13,47	17,11	18,17	16,00
Fe^2O^3	0,74	0,29	2,01	2,01	0,78	2,82
FeO	0,96	1,01	1,99	1,09	1,73	9,86
MnO	0,09	0,05	0,10	0,09	0,05	0,19
MgO	0,11	traces	0,25	0,28	traces	2,98
CaO	0,76	1,04	2,68	2,74	1,74	7,12
Na^2O	3,96	4,34	3,96	4,83	3,71	3,15
K^2O	5,03	5,85	2,60	4,45	8,81	1,88
TiO^2	0,09	0,12	0,24	0,38	0,38	2,75
P^2O^5	0,05	0,09	0,15	0,10	0,22	0,70
H^2O^+	0,37	0,42	0,49	0,40	0,46	0,77
H^2O^-	0,09	0,15	0,22	0,30	0,11	0,17
CO^2	....	....	....	....	....	0,37
	100,10	100,17	99,94	100,10	99,94	99,68
SiO^2 libre %	30,1	20,9	32,7	15,2	4,3	4,3
An % du plagioclase	8,5	10	25	22	17,5	47

GÉOLOGIE. — *Sur la partie centrale des Sierras de Segura (Andalousie).* Note de M. **Paul Fallot**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai indiqué, dans une précédente Note (1), comment me paraît se terminer, entre Cazorla et Pozo Alcon, l'extrémité sud-ouest des Sierras de Segura et de Cazorla.

L'allure décollée ou localement déversée de cet ensemble s'atténue au fur et à mesure que l'on gagne le Nord-Est.

Entre Cazorla et Mogón, le Miocène de base dessine encore un *rentrant* dans le contour de la chaîne et toute la boucle du Guadalquivir est occupée par des crêtes montagneuses orientées du Sud-Ouest au Nord-Est, culminant à la Blanquilla (1830^m). Mais parmi elles, une distinction s'impose. Les parties les plus externes du massif, qui s'avancent jusqu'à Mogón, sont formées de plis qui semblent s'ennoyer par leur extrémité sud-ouest, sous les marnes miocènes de Cazorla, en deux anticlinaux principaux (Vicarizuela et Lancha Esquila), d'ailleurs séparés par du Miocène synclinal pincé. Au contraire, le régime imbriqué décrit vers Cazorla-Iruela-Bor-

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 89.

runchel se poursuit vers le Nord-Est. Le Miocène à Clypéastres, au Pardal; le Néocomien néritique, au Morron del Cerezo, sont pris dans ces imbrications qui s'appuient contre l'anticlinal de Vicarizuela et se prolongent au moins jusqu'au nord-ouest de Bujaraisa.

Dans une zone plus interne encore, c'est-à-dire au sud-est de ces accidents, le Trias apparaît dans la haute vallée du Guadalquivir (qui leur est parallèle) et se poursuit par Hornos et Orcera vers la vallée du Rio Guadalimar. Formé de marnes rouges et vertes avec niveaux de calcaires fossilifères, il ne témoigne d'aucun écrasement et supporte un complexe de dolomies et de calcaires jurassiques, puis de calcaires crétacés, qui se poursuit loin vers le Nord-Est. Je l'ai suivi et recoupé entre Hornos et Duda, puis plus au Nord-Est, entre Orcera et Huescar. A l'extérieur de cette portion de la chaîne, le déversement n'apparaît plus, au moins jusqu'à Orcera. Le style demeure caractérisé par de grands plis avec synclinaux très ouverts (massif crétacé du Yelmo, 1809^m), et ce n'est que dans les chaînons les plus méridionaux (Calar de Perogil, Calar de Marchena) que l'on trouve un anticlinal à cœur de Néocomien supérieur, déjeté, son flanc nord-ouest étant ramené à la verticale.

La crête la plus méridionale de la chaîne s'étend de la Sierra de Castril à Santiago de la Espada et Nerpio. Haute de 1800 à 1900^m, elle est constituée par du Nummulitique supportant du Néogène transgressif. Celui-ci, qui fournit des Scutelles et des Clypéastres au col du chemin de Santiago à Pontones, s'étend largement, du nord de la résurgence du Rio Segura aux hauteurs dominant Santiago de la Espada et à la Cuerda de Tejuela (sud de Don Domingo). Il a participé au moins aux derniers plissements importants. La base de la série stratigraphique apparaît plus au Sud et montre du Tithonique à faciès de Cabra, du Néocomien à *Phylloceras*, de l'Aptien zoogène, du Cénomanien à *Macraster elegans* Shumard et *Mortoniceras inflatum* Sow. sp. et une série terminale, stérile, où l'on trouvera sans doute le Crétacé supérieur.

Tout cet ensemble pend au Sud-Est, formant le flanc méridional de la Sierra Seca, de la Cuerda de la Vega et se prolongeant dans la Sierra de Grillemona. Au pied de ces versants, il supporte les marnes nummulitiques sur lesquelles flotte la masse en recouvrement de la Sierra Sagra (2382^m) et de ses annexes.

Du Sud-Ouest au Nord-Est, on peut attribuer à cette série charriée : 1° la Sierra de Duda [dont les dolomies, peut-être triasiques, et les calcaires jurassiques reposent sur le Nummulitique et les marnes crétacées,

sauf dans la gorge en amont de Duda qui révèle des contacts ambigus] ainsi que, plus au Sud, certains éléments dolomitiques culminant dans l'ouest de la Sierra Marmolance; 2° la Sierra Sagra et ses contreforts Ouest [cet ensemble ayant été étudié par Nicklès [1], je l'ai coupé latéralement sans en reprendre l'analyse] et, sans doute; 3° au nord-est de La Puebla de Don Fadrique, le massif de Revolcadores (2000^{m}).

Au nord de ce dernier, le Miocène, transgressif aux alentours de Nerpio, masque les contacts, et de nouvelles recherches seront encore nécessaires.

12^{km} au sud de la Sierra Sagra, à Huescar, on retrouve le Mio-pliocène, horizontal ou à peine ondulé (Galera), d'où émerge, 15^{km} plus au Sud, le massif de la Sierra de Maria, bord septentrional des montagnes secondaires sertissant les schistes, vraisemblablement charriés, de la Sierra de las Estancias.

En résumé, dans la portion étudiée, les Sierras de Segura semblent appartenir à l'avant-pays des nappes charriées et former un ensemble autochtone ou subautochtone. Mais leur extrémité Sud-Ouest, décollée, chevauche un peu le Miocène et présente, au moins localement, une terminaison anormale dans le complexe de Trias et de marnes crétacées et tertiaires qui s'étend de Huesa à Cabra de Santo Cristo.

La limite entre les massifs autochtones et ceux qui sont charriés n'est pas connue au delà de Nerpio.

C'est vraisemblablement la recherche de cette ligne de contact anormal et l'étude des chevauchements de Caravaca, moins fortement entamés par l'érosion, qui donneront la clé de la tectonique de cette région.

CLIMATOLOGIE. — *Pluies de poussières et pluies de sel.*

Note [2] de MM. **F. Bordas** et **A. Desfemmes**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons signalé dans une précédente Note [3] que d'importantes quantités de chlorures avaient été trouvées dans l'eau de la pluie qui avaient coïncidé avec la chute de poussières du 1er novembre 1926 à Cette.

L'enquête que nous avons entreprise a montré que cette pluie de boue

---

(1) R. Nicklès, *Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne dans la zone subbétique* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série. 4, 1904, p. 211-247).

(2) Séance du 9 janvier 1928.

(3) Bordas et Desfemmes, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 603.

ocreuse avait été observée dans les départements de l'Hérault, du Gard, des Bouches-du-Rhône et du Var.

Elle avait été signalée aussi à Monaco ([1]), dans la Nièvre, en particulier, dans les communes de Brassy et de Saxi-Bourdon où, paraît-il, tout a été recouvert d'un véritable manteau de poudre très fine composée principalement *de cristaux*.

Enfin, cette pluie de poussières a été observée jusqu'en Seine-et-Marne, à Villiers-Saint-George à 15^{km} de Provins.

Malgré toutes nos démarches nous n'avons pu obtenir d'échantillons de ces poussières, ceux qui nous ont été adressés consistaient en sédiments déposés par la pluie et ne pouvaient, par conséquent, nous permettre de contrôler notre observation du 1er novembre 1926.

Un fait paraît acquis, c'est que toutes les analyses chimiques qui ont été publiées au sujet de cette pluie de poussières paraissent provenir d'échantillons offrant entre eux une très grande similitude de composition.

Si nous consultons les travaux publiés jadis par Fournet, Tarry, Bouis, Dupasquier ([2]), à la suite de phénomènes météorologiques semblables, nous constatons la même analogie de composition avec les poussières de 1926.

La chute de poussières de novembre 1926 a été très importante, les particules terreuses sont demeurées en suspension dans l'atmosphère pendant 57 *jours* et la quantité de chlorures (exprimée en chlorure de sodium) tombée pendant ce laps de temps a été de 24^{g} par mètre carré.

On a enregistré une nouvelle chute, le 20 novembre 1927, à peine sensible à Cette, mais un peu plus abondante à Montpellier et, grâce à l'extrême obligeance de M. Chaptal, Directeur de la station de physique et de climatologie agricoles, nous avons pu obtenir un échantillon d'eau de pluie légèrement coloré en rouge.

Cette eau contenait 90^{mg} de chlore calculé en chlorure de sodium, *soit* 3^{g},300 *par mètre carré*. Cette observation démontre que la pluie de sel du 1er novembre 1926 n'était pas due à un phénomène local et que les poussières ocreuses peuvent contenir des chlorures en quantités qui sont loin d'être négligeables (240^{kg} à l'hectare).

L'observation de ces phénomènes peut se faire facilement dans les stations

---

([1]) Henri Marcelet, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 662.

([2]) Bouis, *Comptes rendus*, 56, 1863, p. 972. — Tarry, *ibid.*, 70, 1870, p. 1035. — Dupasquier, *ibid.*, 24, 1847, p. 625.

météorologiques situées dans le sud et le sud-est de la France. La répartition de ces pluies de sel présente de l'intérêt au point de vue hydrologique, climatologique, car la présence accidentelle de chlorures dans les eaux de source est souvent interprétée comme l'indice d'une contamination probable par des eaux usées, d'autre part le chlorure de sodium en suspension dans l'atmosphère peut avoir une influence sur l'importance des orages qui accompagnent les chutes de poussières.

L'étude biologique et chimique de ces sédiments atmosphériques pourra fournir des renseignements précieux à l'agriculture et aussi des arguments nouveaux en faveur ou non de l'opinion jadis émise par Fournet sur l'origine sud-américaine de ces poussières.

BOTANIQUE. — *Quelques faits nouveaux relatifs au développement du* Spermophthora gossypii. Note de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Molliard.

Dans une précédente Note (¹), nous avons fait l'étude cytologique du *Spermophthora gossypii*, isolé par Ashby et Nowell. Depuis nous avons continué nos observations sur ce champignon si intéressant au point de vue phyllogénétique par ses caractères qui en font un intermédiaire entre les Siphomycètes et les Ascomycètes. Nous résumerons ici les résultats de nos dernières observations.

Le mycélium du *Spermophthora,* dépourvu de toute cloison, renferme des noyaux relativement volumineux qui sont assez espacés, et, en dehors du chondriome, de nombreuses vacuoles remplies de métachromatine et d'abondantes granulations graisseuses. Il montre, en outre, des cristalloïdes parfois très gros, nettement en dehors des vacuoles; ceux-ci ne se colorent pas vitalement et présentent la réaction de Millon; on peut les comparer aux cristalloïdes de mucorine.

Les filaments s'accroissent rapidement par leurs extrémités, tandis que les parties les plus âgées dégénèrent, Souvent dans les parties âgées, des portions du protoplasme restées vivantes se délimitent par des cloisons transverses et forment des sortes de chlamydospores qui s'isolent des filaments complètement vidés. Les filaments ont, en outre, la curieuse propriété de former par bourgeonnement latéral des conidies levures qui ne

(¹) GUILLIERMOND, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1189

se détachent jamais du filament qui les a produites et qui dégénèrent en même temps que lui. Ce sont donc des conidies levures abortives.

Dans le moût de bière liquide où le champignon ne produit qu'un mycélium stérile au fond du vase, on constate dans les filaments une production extrêmement abondante de callose, colorable par le bleu coton. Cette callose apparaît d'abord de place en place comme des bourrelets de la membrane qui s'accroissent progressivement vers le centre, déterminant dans le contenu cytoplasmique une série d'étranglements séparés par des renflements rappelant les figures que produit la plasmolyse. Finalement, la callose finit par oblitérer les étranglements et les portions du contenu protoplasmique se trouvant emprisonnées dans la substance callosique ne tardent pas à dégénérer et à être remplacées par de la callose. Finalement, les filaments arrivent à être entièrement occupés sur une longueur parfois considérable par de la callose. Ces formations que l'on retrouve, mais en beaucoup moins grand nombre dans les autres milieux, sont tout à fait comparables à ce que l'on a observé dans les Péronosporacées.

Dans la plupart des milieux solides, le champignon donne naissance à de nombreux sporanges (gamétanges) dont nous avons déjà décrit les processus de formation. Les gamètes formées dans ces gamétanges, une fois mises en liberté, subissent une copulation isogamique que nous avons également décrite : elles s'unissent deux à deux par un canal latéral dans lequel s'opère la fusion nucléaire; celle-ci effectuée, le canal donne naissance à un mycélium secondaire ou sporophyte dont les rameaux se terminent chacun par un asque. Ce mycélium secondaire ou sporophyte présente d'intéressantes particularités qui nous avaient échappé jusqu'ici : il est généralement cloisonné et toujours formé d'articles uninucléés. Parfois, il est réduit à un tube germinatif dans lequel s'engage le noyau, puis celui-ci se divise et l'un des noyaux fils issus de cette division se rend à l'extrémité qui se renfle, se délimite par une cloison basilaire et se transforme en asque. Mais le plus souvent, le filament se ramifie, formant un mycélium plus ou moins réduit dans lequel apparaissait des cloisons transversales séparant autant d'articles uninucléés et la cellule terminale de chacun des rameaux se transforme en un asque. Il peut même arriver accidentellement que des cellules intercalaires évoluent en asques. Il est intéressant de constater en outre qu'il existe tous les intermédiaires entre le sporophyte très réduit et le sporophyte relativement très développé : il y a même des cas où le sporophyte se trouve presque supprimé et où le canal de copulation donne directement naissance par bourgeonnement à une cellule qui se transforme en asque. Dans

d'autres cas, le sporophyte est constitué par un filament parfois assez allongé qui se ramifie plusieurs fois, en se cloisonnant, et donne naissance à un plus ou moins grand nombre d'asques. Après la formation des asques, et même lorsqu'on le place dans un milieu frais, le mycélium secondaire cesse de s'accroître et meurt après avoir subi une dégénérescence graisseuse. Les ascospores une fois formées se gonflent et déterminent la rupture de la paroi de l'asque, mais restent agglomérées à l'extrémité du filament qui supportait l'asque. Transportées dans un milieu frais, elles ne tardent pas à germer en produisant un mycélium primaire ou gamétophyte qui forme assez rapidement des gamétanges.

La copulation est très loin d'être générale et il y a toujours un plus ou moins grand nombre de gamètes qui germent isolément par parthénogénèse et produisent directement un mycélium secondaire analogue à celui que donnent les zygospores et dont les extrémités des rameaux produisent des asques. Contrairement à ce qu'ont avancé Ashby et Nowell, jamais les gamètes germant isolément ne reproduisent un mycélium primaire, seulement il arrive dans quelques cas rares que les gamètes forment un court mycélium stérile qui dégénère après avoir donné quelques levures abortives et sans avoir formé d'asques.

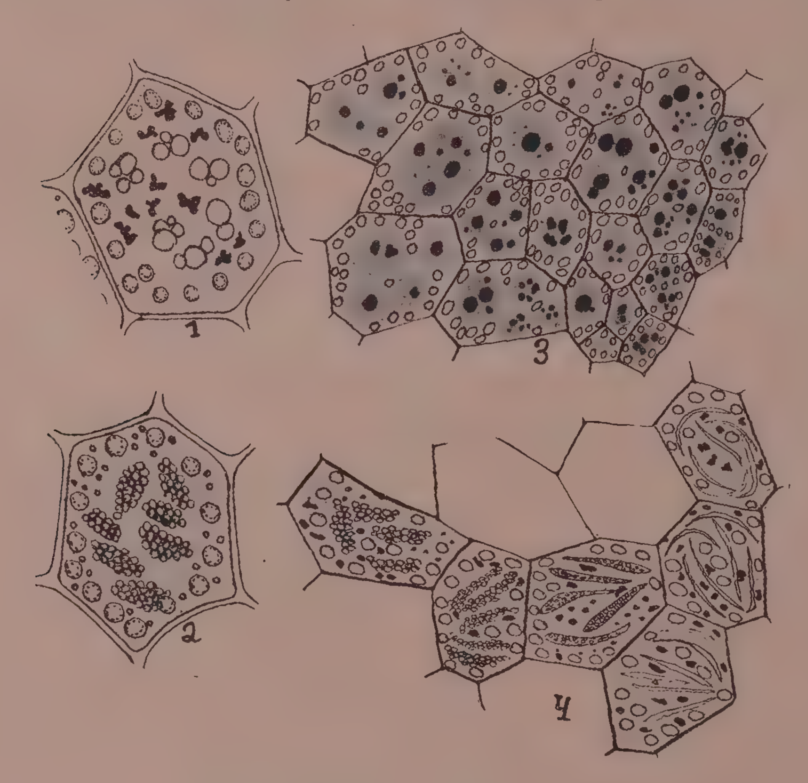
Ainsi le *Spermophthora* possède un mycélium primaire tout à fait analogue à celui des Siphomycètes et un mycélium secondaire à articles uninucléés semblable à celui d'un Septomycète. Nous réservons pour l'avenir les considérations phyllogénétiques qui résultent de nos recherches.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports du vacuome et du système oléifère des Jungermanniacées.* Note de M. P. Gavaudan, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Poursuivant l'étude d'ensemble que nous avons entreprise sur le système oléifère des Hépatiques [1], nous apportons quelques faits nouveaux concernant l'origine des éléments figurés porteurs d'huiles essentielles et nommés corps *oléiformes*, *élaioplastes ou oléoplastes* par les différents auteurs. Cette étude est consacrée à *Plagiochila asplenioides*. Les cellules de cette Jungermanniacée renferment environ 6 à 10 corps représentant le système oléifère. Ils sont blancs, réfringents et très irrégulièrement mûriformes (*fig.* 1 et 2), c'est-à-dire composés de sphérules de nombre et de dimensions variables ; ces

[1] P. Gavaudan, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1473.

deux caractères sont en raison inverse l'un de l'autre ; en effet plus les sphérules sont nombreuses plus elles sont petites et inversement. Selon l'âge des cellules qui les contiennent les éléments oléifères ont leurs globules constitutifs plus ou moins libres ou soudés, ce dernier cas est celui des cellules les plus vieilles. Les colorants vitaux sont sans action sur le système oléifère adulte, sauf le bleu d'indophénol naissant agissant parfois comme réactif



Plagiochila asplenioides. Colorations vitales.

des huiles essentielles. Ces colorants délimitent plus ou moins bien les vacuoles et précipitent des eudochromidies très nombreuses parfois simples, le plus souvent agglomérées et arborescentes. De l'ensemble des observations sur le frais ou après colorations vitales, on peut déduire qu'au moins à l'état jeune, le système oléifère occupe une position cytoplasmique.

D'après P. Dombray (¹), les éléments du système oléifère proviennent

(¹) P. Dombray, *Contribution à l'étude des corps oléiformes des hépatiques des environs de Nancy* (*Thèse*, Paris, 1926, série A, nº 1075, 1887, p. 117 et pl. IX).

du développement du vacuome qui évolue de la façon suivante succinctement résumée : les cellules embryonnaires renferment de petites vacuoles filiformes constituant un *réseau vacuolaire* colorable vitalement, c'est ce dernier qui engendre directement les éléments oléifères chez *Plagiochila asplenioides*.

Nous avons examiné de très nombreuses préparations de feuilles embryonnaires de *Plagiochila asplenioides*, mais nous n'avons jamais vu dans ces cellules pourtant très jeunes le vacuome sous forme de réseau. Il est représenté (*fig.* 3) par des vacuoles généralement arrondies dont le nombre est assez variable, colorables vitalement et renfermant dans ce cas des endochromidies très nombreuses. Dans les cellules embryonnaires ne possédant pas encore de système oléifère, les vacuoles sont toujours bien délimitées par la coloration vitale. Ces cellules renferment tous les autres éléments cellulaires bien nets : plastes faiblement chlorophylliens, cytosomes et globules gras. Lorsque l'on examine des cellules embryonnaires plus âgées sur la même préparation, on voit soudainement apparaître sans transition des filaments en nombre variable, dont la forme est sinueuse et parfois très incurvée (*fig.* 4). Ces filaments sont blancs et réfringents, ce sont les ébauches primitives des futurs éléments du système oléifère. On les voit s'insinuer entre les chloroplastes et les vacuoles. Une bonne coloration vitale à contours précis est difficile à obtenir pour ces dernières, car elles renferment de nombreuses endochromidies adsorbant énergiquement le colorant vital sans en céder au liquide vacuolaire qui demeure incolore. Ces vacuoles sont petites et arrondies, ainsi que l'on s'en rend compte en examinant l'agitation des endochromidies venant frapper les parois vacuolaires après un court trajet.

Lorsqu'on examine une préparation colorée vitalement, des phénomènes de diffraction peuvent faire attribuer aux filaments une coloration propre alors que les colorants vitaux n'exercent en réalité sur eux aucune action.

Ces filaments évoluent ainsi par la suite : on les voit s'épaissir graduellement, et devenir hétérogènes, criblés d'une quantité de minuscules sphères réfringentes dont le nombre diminue graduellement par fusion. Les jeunes éléments oléifères sont par la suite mûriformes et très allongés, ils perdent peu à peu en vieillissant leur irrégularité et leur allongement et deviennent finalement ovoïdes ou ellipsoïdaux lorsqu'ils atteignent l'état adulte.

Nous avons observé une évolution analogue du système oléifère chez *Scapania nemrosa*, *Lophocolea bidentata*. On peut donc conclure qu'au moins

chez quelques Jungermanniacées le vacuome est indépendant du système oléifère, toutes réserves devant être faites pour certains cas spéciaux que nous étudierons ultérieurement.

PHYSIOLOGIE. — *Le quotient respiratoire.* Note de M. **J. Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

La question du *quotient respiratoire*, ou rapport en volumes du gaz carbonique expiré au gaz oxygène inspiré, mérite un nouvel examen à cause d'expériences et théories récentes.

On sait que ledit quotient a pour valeurs 1, ou 0,82, ou enfin 0,71 suivant que l'oxygène absorbé brûle hydrates de carbone, protides ou lipides (graisses). Toutes les déterminations, faites sur l'homme ou l'animal, ont pleinement confirmé les résultats calorimétriques ci-dessus [1].

Mais une difficulté subsistait : le métabolisme concerne, en effet, le mélange des trois espèces alimentaires : ce qui se traduit dans les variations du quotient respiratoire (Q. R.). Ainsi, sur un homme alimenté et *au repos*, le Q. R. est voisin de 0,85. Sur un homme qui effectue *un travail modéré*, le Q. R. reste à peu près le même (*loc. cit.*, p. 216 et 222). Mais il est des circonstances extrêmes.

Soit le cas *d'un travail excessif*. Le sujet étant bien alimenté, la dépense utilise les glucides, le glucose, tant celui qui existe tout prêt que celui qui se fait ; car il est maintenant hors de doute que *le glucose est le combustible préféré du muscle en exercice*, et que les autres aliments, principalement les graisses, se transforment en glucose au fur et à mesure des besoins moteurs.

Mais le sujet peut se trouver à jeun ; la transformation en glucose n'étant pas immédiate, les aliments seront les graisses des organes, comme on s'en est assuré par des expériences d'inanition. Il s'ensuit que le travail qui utilise des glucides *élèvera le Q. R.*, chose établie fortement par Atwater et son école, par Chauveau, Amar, etc., et que le travail à jeun *abaissera le Q. R.*, comme il résulte de l'expérience d'Eckert, par exemple, sur courses cyclistes de 150 à 200^{km}, faisant tomber Q. R. à 0,54, pour se relever à 0,73 quand on s'alimente par intervalles [2]. Ce métabolisme gras, comme

(1) Consulter notre *Moteur humain*, p. 207 et suiv. (Dunod, éditeur).

(2) A. Eckert, *Zeitsch. f. Biol.*, 71, 1921, p. 127.

l'albuminoïde d'ailleurs, sont onéreux, et l'organisme s'efforce, quand il en a le temps, aux transformations glycogénétiques.

Considérons maintenant *le rôle de la température*. Celle-ci agit aussi sur le métabolisme, et la loi d'économie fait que, pour son équilibre thermique, l'animal brûle des graisses.

D'où la distinction que nous avons faite, *dès* 1913 (*loc. cit.*, p. 227, de la dernière édition), entre l'énergie calorique ou *liée* servant à cette régulation thermique, et l'énergie musculaire ou *libre* servant au mouvement. La première conduit à un Q. R. faible, la seconde à un Q. R. élevé.

Dans ces conditions, si, comme l'ont fait dernièrement Kayser et Ginglinger (¹), nous élevons la température extérieure, les besoins en énergie liée diminuent, et *le Q. R. ne peut qu'augmenter avec cette température*. C'est ce qu'ils ont observé régulièrement. Dans leurs recherches, le Q. R. s'est élevé de 0,70 à 0,86 chez le pigeon passant de 12° à 39°, et de 0,62 à 0,73 chez le cobaye (à jeun) quand la température est allée de 3° et 24°.

En harmonie avec nos propres expériences et la doctrine que nous avions formulée aussi nettement que possible *alors* (en 1913), les auteurs précités constatent, chez le même cobaye, un Q. R. de 0,796 au lieu de 0,62, à la température de 3°, toutes les fois que l'animal manifeste *un frisson*, acte musculaire d'énergie libre.

Voilà donc vérifiés une fois de plus des faits et des conclusions qu'on eût cru plus en honneur dans le souvenir des physiologistes. Cependant, les auteurs prénommés écrivent : « On s'étonne que cette loi ait pu échapper aux observateurs... » ! Négligeons l'erreur qu'ils commettent à propos de la transformation glycogénétique (p. 1615), et concluons par un enseignement pratique relatif à *l'obésité*. Le métabolisme intense des graisses, dont l'obèse doit être désireux, concerne l'énergie liée, la dépense en calorique. L'effet des *bains froids* et du séjour dans un *climat glacial* est donc plus rationnel, plus utile que celui de l'exercice, à moins de combiner l'exercice avec le jeûne. En sorte que le régime, actuellement employé, du jeûne et du *repos au lit* est absurde. On obtient des résultats plus certains et plus durables en préconisant les bains froids (si rien ne s'y oppose), une ration alimentaire insuffisante et des exercices sans surmenage.

(¹) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1613.

PHYSIOLOGIE. — *Indice de réparation d'un système neuro-musculaire au cours du travail.* Note de MM. **A. Fessard**, **H. Laugier** et **S. Nouel**, présentée par M. L. Mangin.

En vue d'étudier le support biologique de la prédisposition psychopathique, le laboratoire de physiologie du Centre de Prophylaxie mentale de la Seine a été chargé de poursuivre des recherches ayant pour but de caractériser les individus d'après leur fatigabilité, et de déterminer un indice qui les classerait à ce point de vue. Nous présentons dans cette Note une première série de recherches, entreprises dans cette voie, et dont l'objet est de mesurer la plus ou moins grande facilité de réparation d'un système neuro-musculaire au cours du travail.

Si un groupe neuro-musculaire effectue, sur un rythme donné, une série de contractions volontaires produisant un travail convenable, la fatigue est atteinte au bout d'un temps déterminé après qu'a été réalisé un travail qu'il est facile de mesurer. Ce temps, cette quantité de travail dépendent du rythme utilisé. En diminuant la fréquence de ce rythme, on fait augmenter et le temps au bout duquel la fatigue est atteinte, et la quantité de travail nécessaire pour la produire.

Nous avons recherché d'abord comment varient ce temps et cette quantité de travail nécessaires pour atteindre l'épuisement, quand on change la fréquence des contractions.

Les expériences ont consisté en déterminations ergographiques sur des rythmes différents; nous préciserons dans une autre publication les détails de technique. Voici sur un sujet une série de chiffres donnant pour des rythmes divers, ce temps et cette quantité de travail :

Rythme utilisé.	Temps au bout duquel la fatigue est atteinte.	Quantité de travail effectuée au moment où la fatigue est atteinte.
25 par minute...........	165 secondes	280
30 » »	103 »	208
40 » »	56 »	150
50 » »	49 »	165
60 » »	43 »	134
80 » »	24 »	102

Si l'on porte en abscisses les durées, en ordonnées les quantités de travail qui ont produit la fatigue avec les divers rythmes, on obtient, malgré un

point vraisemblablement aberrant (rythme 50), une courbe assez voisine d'une droite, mais présentant une concavité nette vers les abscisses positives. Dans ces premières recherches, à l'approximation, assez grossière, dont, pour des raisons que nous exposerons ailleurs, nous sommes actuellement obligés de nous contenter, nous pouvons assimiler à une droite la représentation graphique de cette loi. Or l'augmentation de la quantité de travail nécessaire pour atteindre la fatigue quand le rythme devient moins fréquent tient évidemment à l'entrée en jeu des mécanismes de réparation qui interviennent dans l'intervalle des contractions, ou pendant les contractions elles-mêmes. Et si l'on compare des sujets différents, cette augmentation doit être d'autant plus rapide que les mécanismes de réparation auront fonctionné avec plus d'intensité. La pente de la loi expérimentale ci-dessus doit être d'autant plus grande que la réparation intervient avec plus d'efficacité.

Pour comparer divers sujets, on peut avoir des renseignements sur la pente de cette droite caractéristique de chaque individu, sans déterminer la loi entière en mesurant le rapport des quantités de travail effectuées jusqu'à production de l'épuisement, suivant deux rythmes différents ; l'on obtient ainsi un indice, qui paraît bien caractériser la faculté de réparation du système neuro-musculaire mis en jeu.

Les expériences ont été faites en demandant au sujet des contractions volontaires de l'index soulevant un poids de 4 kilogs suivant des rythmes de 30 par minute ou de 60 par minute. L'indice est le quotient de la quantité de travail produite avec le rythme 30, par la quantité de travail produite avec le rythme 60. Naturellement, ce quotient est pris entre des chiffres qui sont chacun des moyennes de plusieurs déterminations.

Nous avons fait des essais avec cette méthode sur 65 sujets, pris au hasard comprenant des individus d'âge, de sexe différents ; normaux, ou atteints de diverses affections neuro-psychiâtriques. Ses indices obtenus varient du voisinage de 1 pour les individus dont la réparation est nulle, dans les conditions de l'expérience, et la valeur 3 pour ceux dont la réparation se fait le mieux. Voici la fréquence avec laquelle se sont présentées les différentes valeurs de l'indice observées :

Valeurs de l'indice.	Nombre de cas.	Valeurs de l'indice.	Nombre de cas.
Entre 0,92 et 1	7	Entre 1,9 et 2	1
» 1 et 1,1	8	» 2 et 2,1	2
» 1,1 et 1,2	17	» 2,1 et 2,2	1
» 1,2 et 1,3	13	» 2,2 et 2,3	0
» 1,3 et 1,4	7	» 2,3 et 2,4	2
» 1,4 et 1,5	3	» 2,4 et 3	0
» 1,5 et 1,6	1	» 3 et 3,1	1
» 1,6 et 1,7	2	Au-dessus de 3,1	0
» 1,7 et 1,9	0		

Il ne faut voir dans ces résultats qu'une première indication; ils méritent d'être critiqués; en particulier, on conçoit mal que l'indice puisse descendre au-dessous de 1; ces chiffres plus petits que l'unité tiennent sans doute à quelques incertitudes expérimentales qui devront être éliminées. De nombreux perfectionnements techniques doivent être envisagés, en particulier l'utilisation d'un ergographe qui supprimerait le travail de soutien pendant la décontraction, travail qui est loin d'être négligeable, qui est sans doute différent suivant les sujets, et qu'il est impossible d'uniformiser. Mais dès maintenant ces chiffres montrent que la méthode permet de chiffrer, à une approximation qui doit être améliorée, la faculté de réparation d'un système neuro-musculaire au cours du travail. La technique une fois précisée et fixée, il y aura lieu d'étalonner cet indice sur des groupes d'individus homogènes pour étudier ses variations suivant l'âge, le sexe, la profession, ou l'état pathologique.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Sur la forme des contractions musculaires en excitation indirecte par courants linéaires.* Note de M. **Philippe Fabre**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons montré (1) que le vieillissement des préparations de sciatique-gastrocnémien a pour effet de rendre inefficaces les courants linéaires trop lentement croissants. Par contre, au début de l'expérience, lorsque le nerf est intact, on obtient souvent des réponses musculaires même pour des courants linéaires n'atteignant la rhéobase qu'au bout de durées (constantes linéaires) relativement très longues, plusieurs secondes.

(1) Ph. Fabre, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1216.

La contraction est alors lente à se manifester car son seuil n'est atteint qu'au moment où l'intensité dépasse le double au moins de la rhéobase.

Elle présente une forme très particulière (forme A) figurant une série d'échelons, qui paraissent traduire la mise en train saccadée des divers éléments du muscle.

Ce phénomène peut être imputé soit à une inégale répartition du flux électrique dans les filets du nerf, soit à leur inégale excitabilité. Elle serait décelée ici en raison de la longueur des durées efficaces, susceptibles de mettre en évidence de faibles différences physiologiques.

La durée de la période croissante de la contraction est de l'ordre de la seconde. Elle persiste à son apogée plusieurs secondes puis décroît lentement par saccades.

Si l'on utilise des courants de pente nettement supérieure à la pente limite le nombre des échelons diminue, la période croissante, l'apogée, la décontraction sont plus brefs (forme B).

Pour des courants de pente encore plus abrupte, la contraction se rapproche du type galvanique (forme C).

Au cours du vieillissement les contractions liminaires passent successivement de la forme A à la forme B puis à la forme C en même temps que les pentes limites deviennent de plus en plus abruptes.

Il y a donc parallélisme entre la forme de la contraction et la valeur de la constante linéaire.

Les contractions du premier type (forme A) s'obtiennent facilement sur les animaux vigoureux, disséqués avec soin et bien protégés contre le dessèchement.

Si ces conditions ne sont pas remplies la constante linéaire décroît très rapidement et les contractions du type galvanique sont seules observées.

PHARMACODYNAMIE. — *Action vasodilatatrice des sels de cobalt.* Note de M. **J.-M. Le Goff**, présentée par M. Charles Richet.

Les recherches que je poursuis depuis quelque temps sur les propriétés physiologiques du cobalt ont confirmé les résultats de Chittenden et Norris sur la faible toxicité de ce corps pour le lapin.

J'ai constaté également que le chlorure de cobalt était très peu toxique pour le chien : ainsi j'ai fait prendre à un chien du poids de 14^{kg}, du 14 septembre 1926 au 14 juillet 1927, 25^{cg} de ce composé par jour, soit en tout 75^{g}. Ces 25^{cg} dissous dans 30^{cm^3} d'eau étaient mêlés à la pâtée de l'animal. Je n'ai jamais observé d'effet toxique.

Il était intéressant de répéter ces expériences sur l'homme. Je me suis adressé à trois sujets sains de bonne volonté auxquels j'ai fait prendre une solution de concentration déterminée de chlorure de cobalt. Tantôt la solution était prise par voie buccale, tantôt elle était injectée sous la peau ou dans les masses musculaires de la région fessière. Dans ce dernier cas, je me suis servi d'une solution isotonique, tandis que celle qui devait être ingérée était beaucoup plus faible et contenait seulement 6^{g} de chlorure par litre d'eau distillée.

Le premier sujet Br., âge 23 ans, poids 50^{kg}, reçut sa première injection de 1^{cg} de chlorure le 19 février 1926. Depuis cette date jusqu'à ce jour, j'ai donné une ou deux injections chaque semaine avec quelques intervalles de repos, en tout 92 injections de teneur variable, de 1 à 5^{cg} de chlorure. Br. a donc reçu ainsi $1^{g},90$ de chlorure de cobalt.

Le deuxième sujet Na., âge 27 ans, poids $69^{kg},5$, a reçu 14 injections hypodermiques de 1 à 5^{cg}, soit en tout 56^{cg} de produit.

Le troisième sujet Gu. (âgé de 49 ans, poids 55^{kg}) a pris par la bouche chaque jour 15^{cm^3} d'une solution aqueuse à 6 pour 1000 du 18 mars au 24 juillet dernier avec intervalle de 5 jours de repos par mois et a ingéré pendant ce temps 9^{g} de chlorure de cobalt sans éprouver aucun effet toxique.

Au cours de ces recherches, j'ai constaté une propriété nouvelle du cobalt.

A la suite de chacune des injections hypodermiques de 1^{cg}, les sujets Br. et Na. ont éprouvé une sensation de chaleur à la tête et particulièrement aux oreilles et à la face qui sont devenues plus ou moins rouges.

A la dose de 2 à 5^{cg}, la sensation de chaleur est extrêmement violente, la face et les oreilles prennent une coloration rouge vif.

Ce phénomène est instantané et dure de 10 à 15 minutes, quelquefois davantage. A plus forte dose, il est accompagné de nausées et douleurs intestinales.

Avec des solutions isotoniques de sels de cobalt à acide organique tels que le salicylate ou le citrate, on observe le même phénomène.

Cette vasodilatation, obtenue également chez l'animal, se produit chaque fois que l'on fait une injection hypodermique de 1^{cg} de cobalt ; elle semble due á l'action spécifique de ce métal sur le grand sympathique.

EMBRYOLOGIE. — *Quelques observations sur le développement des Entéropneustes.* Note de M. C. DAWYDOFF, présentée par M. F. Mesnil.

Bien que l'embryogénie des Entéropneustes ait toujours attiré l'attention des embryologistes, on n'a réussi à connaître le développement que d'un nombre de formes très restreint. On ne peut citer que celui des *Dolichoglossus* américains : *D. Kowalevskii* (Bateson, 1884-1885), et *D. pusillus* (Davis, 1902), et celui de *Ptychodera clavigera* (Heider, 1909; Stiasny, 1914). L'évolution des premiers est directe (ou plutôt raccourcie); le dernier subit une métamorphose en passant par un stade *Tornaria*. Il est curieux que jusqu'à présent personne n'ait suivi l'ontogenèse de *Ptychodera minuta*, la plus facile à se procurer des formes européennes, qu'on pêche en masse dans la baie de Naples. Spengel et Lo Bianco avaient ainsi à leur disposition un matériel fort abondant en toute saison. Mais ils ne purent jamais obtenir la ponte. J'ai fait moi-même deux tentatives infructueuses en 1901 et 1904 (juin-septembre, novembre-décembre).

L'été dernier, arrivé à Naples au commencement de mai, j'y suis resté jusqu'à la mi-septembre. Cette fois la chance me fut favorable. Le 15 mai, en examinant les nombreux Balanoglosses qui m'étaient apportés, j'ai trouvé, dans une masse de glaire sécrétée par les animaux, trois pontes. C'étaient des cordons (1-1,25^{cm} de longueur $\times$ 0,25-0,50^{mm} de diamètre), formés d'une substance visqueuse — homogène et transparente — et parfaitement privés de membrane limitante. La substance gélatineuse renfermait une grande quantité d'embryons très petits, à un stade assez avancé (phase postgastrulaire). Ces embryons étaient distribués sans ordre apparent, mais tous orientés de la même façon, leurs axes morphologiques (c'est-à-dire antéro-postérieurs) correspondant à l'axe longitudinal de la ponte.

Malgré les recherches les plus minutieuses, je n'ai pu obtenir d'autre ponte jusqu'à la fin de mon séjour à Naples. Il n'y a aucun doute que les pontes que j'ai obtenues étaient anormales en ce qui concerne la date. C'étaient des pontes fort tardives. D'après Spengel [1], on trouve à Naples les œufs mûrs chez *Ptychodera minuta* en novembre. Mais, en me basant sur ma trouvaille, j'ai l'impression que l'animal pond plutôt en plein hiver ou très tôt au printemps, le maximum de la ponte se produisant probablement dans la période février-avril.

---

(1) LO BIANCO, *Mitteil. Zool. Stat. Neapel*, **13**, 1899, p. 481

Il faut supposer peut-être qu'il se refuse à pondre en captivité. En tout cas il faut chercher les pontes de *Ptychodera* dans la glaire, sécrétée par les animaux. On n'oubliera pas qu'on pêche ces Balanoglosses sur fonds sablonneux (cachés entre les racines des Posidonies) et que la substance glaireuse est toujours souillée de sable, qui masque la présence des cocons. C'est là sans doute l'explication de leur longue méconnaissance.

Je me borne à décrire ici les phénomènes externes du développement de *Ptychodera*, l'étude des processus internes n'étant pas encore terminée.

Le résultat principal de mes recherches est celui-ci : *Ptychodera minuta* de Naples, *à aucune phase de son ontogenèse, n'a de stade larvaire.* On n'observe ni *Tornaria*, ni quelque autre larve d'un type modifié. Le développement de l'Entéropneuste en question est donc parfaitement direct.

Les embryons les plus jeunes dont j'ai disposé étaient au stade postgastrulaire. Ce sont des êtres ovalaires, uniformément ciliés sur toute leur surface. Aucune trace de concentration ou de spécialisation de cils au pôle apical. Je n'ai pu remarquer aucun orifice externe, ni bouche, ni anus, mais au pôle postérieur reste encore reconnaissable un léger enfoncement, représentant, sans doute, la trace du blastopore fermé.

Le stade suivant que j'ai eu à ma disposition se caractérise par l'apparition des premières traces de la métamérisation externe. L'embryon se subdivise, par un étranglement circulaire, en deux segments superposés. Au stade suivant, du métamère inférieur se sépare à son tour le troisième métamère. Cela fait, l'embryon, nettement trimétamérisé, rappelle beaucoup celui des *Dolichoglossus* (*D. Kowalevskii* ou *D. pusillus*). Seulement la touffe de cils apicale manque complètement et jamais il n'y eut de ceinture ciliaire paratrochale. C'est là une différence très importante d'avec les embryons larviformes des *Dolichoglossus* américains à développement direct.

D'abord les trois métamères ébauchés sont presque de la même taille. Toutefois, celui du collier est un peu plus court.

Un peu plus tard, l'embryon prend l'aspect d'un être tétramétamérique, ce qui résulte, semble-t-il, de l'apparition d'un étranglement circulaire au milieu du segment thoracique, là où, chez les embryons de Balanoglosses américains, existe une ceinture ciliaire.

Une fois le segment du collier différencié, sur sa face dorsale apparaît une gouttière longitudinale, médiane, représentant l'ébauche du tube médullaire. Cela fait, les embryons prennent l'aspect d'un petit Balanoglosse. A ce stade, ils restent encore dans la substance visqueuse de la

ponte. Ce n'est que plus tard que les jeunes sortent de leur cocon primitif et passent dans la glaire environnante pour y compléter leur organisation.

En résumé, le développement de *Ptychodera minuta* est plus direct même que celui des *Dolichoglossus* des États-Unis. En effet, aucun stade n'y saurait être qualifié de larvaire, l'embryon restant toujours complètement privé d'organes larvaires provisoires.

BIOLOGIE. — *Sur la faune lacustre du Grand Lautien*. Note de MM. **L. Léger** et **C. Motas**, présentée par M. Ch. Gravier.

Le Grand Lautien situé en Provence, au nord de la plaine de Garéoult à 310^{m} d'altitude moyenne, est un lac que son aspect étrange et son origine singulière désignent tout particulièrement à l'attention des biologistes.

Situé au fond d'une excavation cratériforme circulaire de plus de 20^{m} de profondeur, il apparaît comme un immense puits de plus d'un hectare d'ouverture, aux parois rocheuses et aux eaux d'un vert sombre. Bien qu'on ne lui connaisse ni affluent ni émissaire, son niveau subit des oscillations d'une amplitude démesurée puisqu'on l'a vu parfois déborder en surface. D'après Delebecque, ce lac situé dans le Muschelkalk serait dû à l'effondrement d'une voûte gypseuse dans une cavité sous-jacente du Trias; et Kilian explique ses extraordinaires variations de niveau par sa relation avec les eaux qui circulent dans le calcaire triasique fissuré qui s'étend au nord à une altitude plus élevée. Ceci paraît démontré par la forte teneur en sulfates des eaux lautiennes.

Par l'origine exclusivement souterraine et la composition chimique de ses eaux, l'absence de toute relation avec les eaux superficielles, ses bords à pic, ses oscillations, le Grand Lautien; véritable regard ouvert sur un système souterrain, constitue un milieu biologique bien spécial. Nous avons pu entreprendre l'étude au cours de l'été dernier, en août, septembre et octobre, grâce à un abaissement considérable des eaux qui nous a permis d'aborder d'emblée la zone sublittorale par un éboulis de la paroi sud.

Alors qu'en eaux moyennes, le lac paraît dépourvu de végétation, nous avons pu reconnaître, en basses eaux, deux zones végétales sous-lacustres d'une remarquable homogénéité : d'abord une ceinture de *Fontinalis antipyretica* L. de 2 à 3^{m} de hauteur, puis, au-dessous, une zone de Charas formant un épais tapis dans la profondeur.

Le lac renferme des Poissons. Nous y avons observé de nombreux *Barbus*

du type *B. meridionalis* à divers âges, et pêché, le 16 octobre, ce qui est singulier pour cette époque, un très jeune alevin d'un autre Cyprinide, de forme très effilée, dont nous n'avons pas réussi à trouver l'adulte identifiable. On nous a d'autre part informé que des Carpes y avaient été introduites.

Nos recherches, faites seulement du bord, ont porté sur la partie profonde de la zone à *Fontinalis* et au début du tapis de Charas, sur un fond de roches d'éboulis et de fine vase argileuse d'un jaune rongeâtre riche en Bactéries, Amibes, Infusoires, Rotifères, et Nématodes libres.

En fin de septembre, les *Fontinalis* sont couvertes d'Hydres *Hydra grisea* L. et de *Plumatella repens* L. au stade de statoblastes. Le filet à mailles fines ramène, avec la remarquable faune hydracarienne dont nous parlons plus loin, un unique Copépode, *Cyclops albidus* Jurine, très abondant, deux Cladocères : *Simocephalus vetulus* O. F. M. et *Pleuroxus aduncus* Jurine, et d'innombrables petites larves d'Éphémérides du genre *Coenis* auxquelles se mélangent quelques larvules de *Procloeon* sp. Ce sont là les dominantes, pour ainsi dire exclusives, de la faune sublittorale qui, par ailleurs, se montre très pauvre car, sauf un débris de coquille de Planorbe trouvé à terre et d'origine douteuse, nous n'avons vu dans les eaux ni Mollusques, ni Vers, ni Isopodes, ni Amphipodes.

Sur la faune entomologique, également monotone et d'un moindre intérêt, en raison de sa faculté de déplacement, nous reviendrons dans une étude détaillée, nous proposant d'insister seulement aujourd'hui sur la faune hydracarienne, si caractéristique des eaux, qui nous a révélé ici un ensemble de formes d'un haut intérêt.

C'est ainsi que sur 13 espèces d'Hydracariens recueillis au Grand Lautien, 5 seulement sont des formes banales des lacs, tandis que 3 ne sont connues jusqu'ici que du nord de l'Europe. Ce sont : *Arrhenurus bipapillosus* Halb., *Axonopsis romijni* Viets de la Hollande, et *Momonia falcipalpis* Halb. de l'Irlande (une autre espèce de *Momonia* étant de la Karélie sur les bords de la mer Blanche). Deux autres espèces, par contre, appartiennent à des genres de l'Afrique tropicale : *Axonopsalbia* Viets, jusqu'ici exclusivement trouvé au Cameroun, et *Mundamella* découvert par Viets à Mundame (Cameroun. Une espèce, *Hygrobates falcilaminatus* Walt., décrite au Maroc, a été récemment retrouvée à Banyuls par Migot. Une autre espèce, *Lebertia pilosa* Maglio, est une forme italienne. Enfin une dernière forme, totalement inconnue, et pourtant nombreuse dans le lac, devra constituer un genre nouveau que Motas appelle *Limnolgeria longiseta* n. g. n. sp.

Ainsi, la faune hydracarienne du Grand Lautien montre, avec deux formes nouvelles : *Axonopsalbia lautiani* et *Limnolegeria longiseta*, un déconcertant mélange de types trouvés seulement dans le Nord et de types tropicaux nouveaux pour la faune française. Ce lac aurait-il conservé, à la faveur de ses eaux souterraines, des formes nordiques, reliques des temps froids et des formes tropicales témoins des périodes chaudes? Ou bien s'agit-il là, plus simplement, d'une faune lacustre profonde jusqu'ici méconnue, que les particularités du lac et son abaissement excessif nous ont permis de mettre à jour? Nous nous garderons d'émettre une hypothèse à ce sujet avant d'avoir étudié certaines autres résurgences voisines qui, d'après les géologues, ont même origine souterraine et triasique que le Lautien.

Pour le moment, nous nous contenterons de constater que si la faune du Grand Lautien est d'une pauvreté et d'une monotonie remarquables en regard des groupes zoologiques typiques et communs des eaux stagnantes, elle présente, par contre, en ce qui concerne les Hydracariens, une variété inattendue et une singularité bien en harmonie avec l'étrangeté du lieu qui l'abrite.

MICROBIOLOGIE. — *Transmission expérimentale du Spirochète de la Musaraigne par le Pou.* Note de M. C. **Mathis**, présentée par M. F. Mesnil.

Nous avons montré récemment que Dakar était un foyer endémique de typhus récurrent dont l'agent pathogène n'était autre que le Spirochète de la Musaraigne.

La question se posait ensuite de savoir comment le parasite sanguicole était transmis de l'insectivore à l'homme. Il est vraisemblable que ce rôle de transmission appartient à une Tique, différente d'*Ornithodorus moubata* dont la présence est inconnue au Sénégal. Nos investigations jusqu'ici n'ont pas été couronnées de succès, mais, au cours de nos recherches, nous avons réussi à transmettre *Spirochæta crociduræ* du singe au singe par l'intermédiaire des poux.

C'est l'expérience que nous allons rapporter.

Le Cercopithèque Mamou, *Cercopithecus patas*, du poids de 1^{kg},910, est inoculé le 28 novembre 1927 avec le sang d'une souris grise, infectée par le Spirochète de la Musaraigne.

Le 1er décembre, soit 3 jours après l'inoculation, le singe montre dans

son sang des spirochètes rares; températures, le matin : 38°,5; le soir : 40°,2. Le lendemain, plus de fièvre et l'on constate encore de rares spirochètes qui ne se montrent plus au cours des examens quotidiens pratiqués jusqu'au 14 décembre. A cette date, du sang est prélevé à l'animal et est inoculé à 6 souris grises dont le sang, examiné pendant 7 jours, n'a donné que des résultats négatifs. En somme le singe Mamou n'a fait qu'une infection légère sans rechute.

Les 1er, 2, 3 et 4 décembre, on fait piquer le singe par 75 à 80 poux.

A partir du 5 décembre, ces poux sont reportés deux fois par jour, jusqu'au 13 décembre inclus, sur un singe neuf Matam (Cynocéphale) qui ne présenta, par la suite, ni élévation de température, ni spirochètes à l'examen microscopique et dont le sang, inoculé à 6 souris grises, se montra avirulent. Ce singe piqué par les poux resta donc indemne.

Le 12 décembre, soit 8 jours après le premier repas infectant, il ne subsistait plus que 45 poux vivants.

Ces poux furent broyés dans un peu d'eau citratée et le produit de broyage fut inoculé, en trois fois, à un second Cynocéphale neuf Médina. Le 12 décembre, l'animal reçut sous la peau le produit de broyage de 10 poux, le 13 décembre, également 10 poux et le 14 décembre, les 25 poux qui restaient.

L'examen au microscope à fond noir du produit de broyage de poux ne révéla la présence d'aucun spirochète.

Le singe ainsi inoculé ne présenta jamais de fièvre, la plus haute température fut de 39°,2. Les examens de sang sur frottis colorés, pratiqués quotidiennement du 12 au 24 décembre, furent constamment négatifs.

Le 21 décembre, soit 9 jours après la première inoculation et 7 jours après la troisième inoculation de poux, du sang fut prélevé à une oreille du singe et inoculé à 6 souris. L'examen de leur sang fut effectué tous les deux jours. Il fut négatif jusqu'au 31 décembre. Ce jour-là, deux des souris montrèrent sur préparations colorées des spirochètes excessivement rares. Le lendemain, les examens furent négatifs. Les souris ont donc fait une infection sanguine qui aurait pu passer inaperçue. A ce propos, signalons que nous avons remarqué que le sang de singes infectés par les spirochètes, inoculé à la souris, ne détermine, lors du premier passage chez cet animal, que des infections sanguines excessivement légères.

Nous nous croyons en droit de conclure que nous avons réalisé une infection chez le singe par l'intermédiaire des poux.

Ainsi le premier singe Mamou a fait une infection légère, le singe Matam

piqué par les poux est resté indemne et le singe Médina inoculé avec le produit de broyage des poux a été atteint d'une infection inapparente.

Ch. Nicolle et Ch. Anderson, qui ont fait de si remarquables expériences de transmission des spirochètes récurrents, disent n'avoir pas réussi à obtenir d'infections avec le Spirochète de la Musaraigne en se servant du pou (1). Aucun des singes piqués par les poux, aucun des singes ou des rats inoculés avec le produit de broyage de poux, n'a paru infecté, au moins à l'examen direct du sang.

Au surplus notre expérience positive, — qui rappelle celle réalisée par C. Nicolle et C. Anderson avec le virus de la fièvre récurrente espagnole, — vient confirmer les conceptions de Ch. Nicolle. Dans le cas du Spirochète de la Musaraigne, auquel nous avons identifié récemment le spirochète récurrent humain dakarois, le pou ne saurait être considéré comme l'agent transmetteur naturel de la spirochétose récurrente dakaroise, car le pou n'est pas un ectoparasite de la Musaraigne, qu'il se refuse, du reste, à piquer.

Il est plus probable en effet que ce rôle de transmission de la Musaraigne à l'homme appartient, comme l'a suggéré Ch. Nicolle, à une tique que nous ne connaissons pas encore.

Mais le fait que le pou est susceptible d'héberger le Spirochète de la Musaraigne nous indique que ce parasite commensal de l'homme pourrait intervenir un jour pour faire, dans certaines conditions, d'une infection endémique, mais à cas sporadiques, une véritable maladie épidémique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Syndrome hypoglycémique et fièvre vitulaire.* Note de MM. **Cordier**, **Lesbouyries** et **Verge**, présentée par M. E. Leclainche.

Le coma vitulaire trouve, selon Dryerr et Russell Greig, son explication dans une insuffisance parathyroïdienne : les animaux atteints de fièvre vitulaire sont incapables d'achever le métabolisme des protéines et gardent dans leurs humeurs des produits intermédiaires toxiques, tels que la guanidine et ses dérivés. Depuis les recherches de Frank, Hothmann et Wagner, on sait que la guadinine est un corps faiblement actif sur la glycémie, mais

(1) Ch. Nicolle et Ch. Anderson, *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 16, 1927, p. 185.

qu'en la méthylant on obtient des corps dont l'action hypoglycémiante est de plus en plus accusée. Frank et Heyn préparèrent ainsi la synthaline.

Nous avons inoculé ce produit, à dose toxique, chez deux bovidés : une génisse de 250^{kg} et un taureau, âgé de trois ans et pesant 200^{kg}. Chaque animal reçut, en injection intraveineuse, 40^{cg} de synthaline dilués dans du sérum physiologique. Les dosages du sucre sanguin ont été effectués, d'après la méthode de Fontès et Thivolle (1927), en recueillant le sang sur du fluorure de sodium; ceux du calcium sanguin total, par la méthode de Clark.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Génisse.

Taux du sucre dans le plasma sanguin, avant l'injection	0^{g},825
Taux du sucre dans ce plasma, 5 heures après l'injection	0^{g},632

Au moment de la deuxième prise de sang, l'animal était en état d'hébétude complète et il mourut 20 heures plus tard, en présentant l'attitude caractéristique de la vache atteinte de fièvre vitulaire : prostration décubitale avec tête repliée sur l'encolure.

Taureau.

Taux du sucre sanguin, avant l'injection..........................	1^{g},02
Taux du sucre sanguin, 7 heures après l'injection..............	0,65
Taux du sucre sanguin, 11 heures après l'injection............	0,67
Taux du sucre sanguin, 15 heures après l'injection............	0,69

La température a suivi fidèlement les fluctuations du taux de la glycémie; alors qu'elle était de 38°,3 avant l'injection, faite à 6 heures, elle descendit à 37°,3, 7 heures après l'injection, remonta à 38°,1, 15 heures après cette dernière.

Il résulte de ces expériences :

a. Que certains troubles nerveux sont sous la dépendance de l'hypoglycémie;

b. Que la synthaline, comme l'insuline, est capable de provoquer, chez les bovidés, l'hypoglycémie et le coma vitulaire.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des sels de nickel et de cobalt sur le pouvoir hypoglycémiant de l'insuline chez le diabétique.* Note de MM. **Marcel Labbé**, **H. Roubeau** et **F. Nepveux**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Dans une Note précédente, nous avons montré que l'adjonction à l'insuline d'une trace d'un sel de nickel ou de cobalt intensifiait et prolongeait l'action hypoglycémiante de l'insuline injectée au lapin. Nos résultats confirment ceux de MM. Gabriel Bertrand et Machebœuf.

Nous nous sommes demandé si des faits du même ordre pouvaient être observés chez les diabétiques traités par l'insuline associée aux sels de nickel ou de cobalt.

Dans une première série d'expériences, nous avons recherché les effets de l'injection isolée de chlorure de nickel ou de cobalt en solution isotonique sur la glycémie des diabétiques. Notre étude, portant sur des diabétiques avec dénutrition et acidose, basée sur les dosages en série de la glycémie dans les heures qui suivent l'injection, montre que le taux du sucre sanguin n'est pas modifié par les sels de cobalt et de nickel.

Les mêmes injections faites à des sujets normaux n'apportent également aucune modification à leur glycémie.

Dans une seconde série d'expériences nous avons recherché si, chez le diabétique comme chez l'animal, l'injection de ces solutions métalliques influençait le pouvoir hypoglycémiant de l'insuline.

Nous nous sommes adressés à huit diabétiques avec dénutrition et acidose et à un diabétique sans dénutrition. Les doses d'insuline administrées ont été d'une demi-unité clinique par kilogramme de poids. Nous avons fait varier les doses de chlorure de nickel et de cobalt injectées : par kilogramme corporel, *la première série de malades reçut* $0^{mg},1$ *de chlorure de nickel. La deuxième série* 1^{mg} *de chlorure de nickel. La troisième série* 1^{mg} *de chlorure de cobalt.*

Nous donnions à nos malades que nous ne pouvions maintenir au jeûne absolu : à 7^h30^m, un premier déjeuner composé de 150^g de lait et de 120^g d'infusion de café. Nous faisions à 10^h (soit 2 heures 30 après) la première prise de sang, puis ils recevaient l'injection hypoglycémiante (insuline + sel de Ni ou Co) immédiatement suivie d'un repas uniforme pour tous de 500^g de lait. Le sang était ensuite prélevé d'heure en heure et le sucre dosé par

la microméthode de Bang. Les prises étaient faites jusqu'à 16h; nous avions ainsi pu suivre pendant 6 heures l'évolution de la glycémie.

Pour chacun des malades, il fut possible de faire deux séries d'observations : la première avec l'insuline seule; la seconde avec la même quantité d'insuline additionnée de la solution métallique. Nous avons vu ainsi que pour chaque malade les deux courbes de glycémie avec et sans sel de nickel ou de cobalt étaient sensiblement superposables (Tableau). Nous n'avons pas constaté de renforcement de l'action de l'insuline soit dans l'intensité de la réaction, soit dans sa durée.

Conclusion. — 1° L'injection des sels de cobalt et de nickel sans insuline a été, chez l'homme sain ou diabétique, sans effet hypoglycémiant, résultat conforme à ceux qu'avaient obtenus Gabriel Bertrand et Machebœuf sur l'animal (1).

2° Les modifications apportées à l'action de l'insuline sur l'homme diabétique par l'addition de sels de nickel et de cobalt, ne concordent pas avec celles observées chez le lapin et le chien sains. Ces divergences tiennent peut-être aux dissemblances qui existent entre le métabolisme des glucides chez l'animal sain et chez l'homme diabétique.

TABLEAU COMPARATIF DES GLYCÉMIES DE DIABÉTIQUES
sous l'influence : 1° de l'insuline; 2° de l'insuline additionnée de chlorure de nickel ou de cobalt.

	M. Maz... : Diabète avec dénutrition.		M. Da... : Diabète avec dénutrition.		M. Mou... : Diabète avec dénutrition.		Mme Ari... : Diabète avec dénutrition.	
Temps.	20 unités d'insuline.	+0,006 Ni.	30 unités d'insuline.	+0.006 Ni.	30 unités d'insuline.	+0,006 Ni.	30 unités d'insuline.	+0,05 Ni.
10.00 h m	3,23	3,26	1,98	2,27	2,80	2,99	3,00	3,28
10.15	Injection hypoglycémiante + repas type : 500 cm³ de lait							
11.30	4,03	2,93	2,03	2,39	3,14	3,20	2,88	3,19
12.30	3,11	2,90	1,98	1,80	2,33	3,05	2,39	2,69
14.00	2,79	2,82	1,23	1,32	1,73	2,17	1,55	2,09
15.00	2,80	2,24	1,18	0,85	1,40	1,87	1,50	1,95
16.00	2,65	2,50	0,95	1,30	1,27	1,73	1,39	1,52
17.00								1,55

(1) GABRIEL BERTRAND et MACHEBŒUF, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1305 et 1504; **183**, 1926, p. 5 et 25.

Tableau comparatif des glycémies de diabétiques (*suite*).

	Mlle Le... : Diabète avec dénutrition.		Mme Le F... : Diabète *sans* dénutrition.		M. Sq... : Diabète avec dénutrition.		M. Dem... : Diabète avec dénutrition.		M. Mé... : Diabète avec dénutrition.	
emps. h m	20 unités d'insuline.	+0,04 Ni.	20 unités d'insuline.	+0,04 Ni.	30 unités d'insuline.	+0,04 Co.	20 unités d'insuline.	+0,06 Co.	20 unités d'insuline.	+0,05 Co.
0.00......	2,21	2,75	1,47	1,57	2,51	2,52	2,08	1,85	2,54	1,90
0.15......	Injection hypoglycémiante + repas type : 500cm³ de lait									
1.30......	2,27	2,25	1,08	1,28	2,34	2,17	2,08	2,09	2,72	1,85
2.30......	1,66	1,62	0,81	1,14	2,06	1,69	1,57	1,88	2,02	1,83
4.00......	1,21	1,30	0,80	1,17	1,23	1,24	1,05	1,27	1,29	0,99
5.00......	1,00	1,22	0,92	1,16	0,88	0,89	1,01	1,02	1,13	0,93
6.00......	1,13	1,21	1,00	1,03	0,84	0,88	1,14	0,90	1,01	0,98
7.00......		1,28								

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Les altérations de la fonction rénale par hypochloruration.* Note de MM. **Léon Blum** et **P. Grabar**, présentée par M. Widal.

Quand un organisme est appauvri considérablement en chlore et que cette perte n'est pas réparée, des altérations profondes de la fonction rénale pouvant aller jusqu'à l'arrêt complet de la sécrétion urinaire, apparaissent.

L'ingestion de chlorure de sodium agit très rapidement sur ces troubles et les fait disparaître complètement s'ils n'ont pas persisté trop longtemps.

Nous avons pu observer ces faits chez des diabétiques graves arrivés à l'état de coma. Tirés de cette situation dangereuse par l'administration d'insuline, certains malades présentent une albuminurie accompagnée d'une azotémie que nous avons vu s'élever jusqu'à 5g.

La preuve que ces troubles sont déterminés par le manque de chlore, résulte du fait que la suppression de tout sel dans l'alimentation provoque cette altération rénale, qu'inversement l'apport de sel la fait disparaître rapidement.

Voici un exemple qui illustre ces suites de la carence de chlore. Un diabétique en état précomateux a une azotémie de 0g,45; après usage de fortes doses d'insuline, l'intoxication disparaît, et le lendemain l'azotémie tombe à 0g,40 d'urée par litre. Le malade est ensuite mis à un régime hypoazoté sans sel et reçoit en même temps de l'insuline. Progressivement l'azotémie augmente, et après 4 jours elle atteint le taux

énorme de $4^g,8$ d'urée par litre; cette azotémie persiste, puis fléchit à $3^g,72$ après administration de bicarbonate de soude.

Après ingestion de NaCl (12^g par 24 heures), le taux d'urée baisse après un jour à $2^g,52$, après 2 jours à $1^g,20$, après 4 jours à $0^g,43$.

Le manque de NaCl avait donc provoqué une azotémie des plus fortes, l'ingestion de bicarbonate de soude en doses suffisantes pour provoquer une alcalose marquée (réserve alcaline : 76) n'a donné qu'une régression modérée de l'azotémie, l'ingestion de NaCl fait rapidement revenir l'azotémie à un chiffre normal.

En même temps l'albuminurie manifeste pendant la période de carence chlorée, a disparu.

Cette observation montre en outre que ce n'est pas le manque de sodium, mais bien le manque de chlore qui est en cause.

Toutefois parmi les chlorures ce n'est que NaCl qui peut servir à rétablir l'équilibre chloré des tissus et des humeurs.

Ces altérations de la fonction rénale par carence de chlore se trouvent également dans d'autres états où l'organisme a perdu du chlore en abondance. Dans les sténoses pyloriques et duodénales avec grands vomissements fréquents, on a observé le même phénomène. Il en est de même dans l'occlusion intestinale.

Dans tous ces cas, on a pensé à une néphrite d'origine toxique. En réalité, ici comme chez le diabétique, les altérations rénales disparaissent après ingestion de NaCl et sont la suite de l'hypochloruration.

RADIOLOGIE. — *Sur les propriétés thérapeutiques des rayons X de 8 Angström.* Note de M. **Jean Saidman**, présentée par M. M. de Broglie.

Nous avons montré dans une Note précédente (¹) que les propriétés biologiques des rayons de 8 Angström sont sensiblement différentes de celles des rayons X ordinaires (λ au-dessous de 0,5 Å) : notamment leur tolérance plus considérable, la précocité des réactions cutanées qu'ils produisent, la pigmentation presque immédiate, l'absence d'épilation après leur emploi. D'ailleurs ces propriétés sont encore très différentes des rayons ultraviolets de même pénétration : l'érythème produit par ces derniers atteint son maximum d'intensité après 6-24 heures, tandis que dans le cas

(¹) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1618.

des rayons de 8 Å il progresse en général pendant 3-4 semaines; la pigmentation est précoce, accompagne ou précède l'érythème, tandis qu'elle lui succède dans le cas des ultraviolets.

On pourrait craindre que le peu de pénétration des rayons de 8 Å (la moitié de l'énergie étant absorbée par $\frac{3}{100}$ de millimètre d'épaisseur d'épiderme) soit un obstacle à leur emploi thérapeutique. Il n'en est rien. D'ailleurs des radiations ultraviolettes (λ au-dessous de 3000 Å) aussi peu pénétrantes se sont déjà révélées très efficaces dans certaines affections profondes (rachitisme, tétanie, péritonite tuberculeuse). Les rayons peuvent agir profondément en modifiant les fonctions cutanées : cette action indirecte est suffisante pour atteindre l'ensemble de l'organisme.

Aussi pouvons-nous envisager deux sortes d'applications du rayonnement de 8 Å : action directe sur les lésions superficielles, action indirecte (en multipliant les champs d'irradiation ou en utilisant des localisateurs remplis d'hydrogène) pour certaines affections générales.

Nos essais ont été faits avec un tube de Dauvillier (1) à anticathode en aluminium, située au-dessous de la fenêtre de cellophane. Nous avons pris comme exemple des cas d'eczéma chronique et des psoriasis rebelles à divers traitements médicaux. Ces affections sont réputées pour leur ténacité. Les multiples lésions ont été soumises à divers rayonnements pour comparer leur efficacité : rayons de 1,5-2 Å sous une tension de 9000 volts, rayons de 8 Å sous une tension de 3000 volts, ultraviolets de l'arc polymétallique ou d'une lampe à vapeur de mercure, le rayonnement étant utilisé soit en entier, soit à travers un écran à l'oxyde de nickel transparent aux raies de 3660 et 3345 Å.

Sur le *prurit* l'action la plus rapide a été obtenue avec 8 Å (sur 12 applications, les démangeaisons ont été calmées immédiatement 9 fois); elle a été plus tardive et plus inconstante avec les rayons de 1,5-2 Å (7 fois sur 14 applications); les résultats ont été assez médiocres avec les ultraviolets (6 fois sur 20 champs d'irradiation).

L'eczéma a disparu au niveau des lésions traitées avec 8 Å, sauf dans deux cas : un eczéma-intertrigo des doigts qui n'a reçu que 300 milliminutes et un eczéma de l'avant-bras où une application de 1050 milliminutes n'a pas empêché une rechute.

---

(1) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1460.

Voici des exemples :

Observation 479 (Institut d'Actinologie) : Mme T..., 36 ans. Placards d'eczéma du dos de la main, survenus il y a un an : deux séances de 1,5-2 Å ne modifient pas l'état des lésions; l'ultraviolet de 3660-3345 Å dessèche quelques vésicules, mais laisse persister les démangeaisons. Une nouvelle application de rayons X (2 Å) ne réussit pas davantage. Par contre, une seule irradiation de 800 milliminutes (20 minutes × 40 millis) avec le tube de Dauvillier fait disparaître le prurit après quelques heures et guérit le placard exposé en 48 heures.

Observation 491 : Mme P..., 28 ans. Dishydrose des espaces interdigitaux, eczéma des mains avec de petites vésicules. Début il y a 5 ans.

Des irradiations ultraviolettes sont faites sans succès notable. Sept séances de rayons de 1,5-2 Å sont suivies d'une légère amélioration. Une application de rayons de 8 Å (900 milliminutes) produit aussitôt de la pigmentation sans faire disparaître le prurit, mais une nouvelle séance de 750 milliminutes sur le même champ guérit la plaque. Sur deux autres champs, une seule séance suffit pour faire disparaître en 1-4 jours l'eczéma.

Des résultats favorables ont été observés dans le psoriasis. Une jeune fille (obs. 405) reçut trois applications de rayons de 8 Å sur trois champs différents : sur l'une des plaques elle présenta le lendemain une bulle entourée d'une zone très pigmentée. Les plaques traitées ont disparu.

Ces résultats préliminaires témoignent que les rayons de 8 Angström sont des agents thérapeutiques remarquables et que le tube générateur de Dauvillier se prête à des applications médicales. Nos recherches sont encore trop récentes pour nous permettre d'aborder ici le choix des indications ou des doses. Les travaux seront poursuivis dans d'autres affections en comparant toujours le nouveau rayonnement aux radiations déjà connues.

A 17^h, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Émile Haug* :

En première ligne. . . . . M. **Lucien Cayeux**.

En seconde ligne, ex æquo par ordre alphabétique. . . . . MM. **Paul Gaubert**, **François Grandjean**, **Charles Mauguin**.

L'Académie adjoint à cette liste : MM. **Léon Bertrand**, **Marcellin Boule**, **Charles Jacob**, **Emmanuel de Margerie**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 18h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 27 décembre 1927.)

Note de M. *Th. Vautier*, Accroissement de l'intensité et de la durée d'extinction du son :

Page 1588, ligne 25, *au lieu de* à Clermont... 28,6 secondes entre 16° et 25°, *lire* à Clermont... 24,6 secondes entre 16° et 25°.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de novembre 1927 (*suite*).

Angola et Rhodesia (1912-1914). Mission Rohan-Chabot, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de la Société de Géographie. Tome IV : *Histoire naturelle;* fasc. 3 : *Insectes* (*Coléoptères et Hyménoptères*), *Arachnides, Mollusques, Fougères.* Paris, Imprimerie nationale, 1925; 1 vol. 28cm,5. (Présenté par M. Bouvier.)

Cinquième centenaire de la fondation de l'Université de Louvain (1426-1926). *L'Université de Louvain à travers cinq siècles. Études historiques*, par Léon van der Essen avec le concours de MM. E. Van Cauwenbergh, F. Claeys-Boúúaert, F. Camerlynckx, V. Brants, P. Lefèvre, H. de Voght, Ch. Terlinden. Bruxelles, A. Lesigne, 1927; 1 vol. 37cm.

Collection de Physique mathématique. I. *Ondes et mouvements*, par L. de Broglie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; 1 vol 25cm. (Présenté par M. Maurice de Broglie.)

Les équations de la gravitation einsteinienne, par Georges Darmois, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, 1927, fasc. 25. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1927; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Hadamard.)

Introduction à la physique des rayons X et gamma, par Maurice et Louis de Broglie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1928; 1 vol. 24cm.

Faune des Colonies françaises, publiée sous la direction de A. Gruvel. Tome I, fasc. 3 : *Les Élatérides de l'Indochine française*, par E. Fleutiaux; fasc. 4 : *Contribution à l'étude systématique et biologique des Termites de l'Indochine*, par Jean Bathellier; fasc. 5 : *Les Gallinacés et Pigeons de l'Annam*, par J. Delacour et Pierre Jabouille. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1927; 3 vol. 25cm.

Carte photographique et systématique de la Lune, par C. Le Morvan. Paris, Presses universitaires de France, 1926; 2 fasc. 31cm et 1 cahier de 6 planches.

Immunisation des Bovidés par la toxine symptomatique. Innocuité de la méthode même chez les sujets en état d'infection latente, in *Bulletin de la Société centrale de Médecine vétérinaire*, par J. Basset. Mayenne, Floch, 30 décembre 1925; 1 fasc. 24cm.

Notes éthologiques sur la Faune marine sessile des environs de Roscoff. II. *Spongiaires, Tuniciers, Anthozoaires, associations de la Faune fixée* in *Travaux de la station biologique de Roscoff* (fasc. 6, 30 septembre 1927), par Marcel Prenant. Paris, Presses universitaires de France, 1927; 1 fasc. 26cm. (Présenté par M. Mesnil.)

(*A suivre.*)